ما بعد الحضارة الكربونية



# الطاقة لعبة الكبار

إصدارات سطور الجديدة

الدكتور محمد مصطفى الخياط

# الطاقة .. لعبة الكبار
# "ما بعد الحضارة الكربونية"

تأليف:
دكتور مهندس: محمد مصطفى الخياط


طبعة سطور الجديدة ٢٠١٢

الطاقة.. لعبة الكبار «ما بعد الحضارة الكربونية»
- تأليف: د. مهندس محمد مصطفى الخياط
e_mail:mohamed.elkhayat@yahoo.com
website:www.energyandeconomy.com
- غلاف: حسين جبيل gopy_art@yahoo.com
- المراجعة اللغوية: عمر حسن الشناوى omar-shenawy@yahoo.com
- إخراج فني: جابر محمد عبداللطيف jaberlatef@yahoo.com
الطبعة الأولي ٢٠١٢
رقم الإيداع: ٢٠١٢/٧٧٠٧
الترقيم الدولي: 978-977-5296-00-9

٨ و٢٣ تقسيم الشيشيني بجوار الكوبرى الدائرى
كورنيش المعادى ت: ٢٠٢٥٢٤٠٠٢٠/٢٥٢٦٣٥٩٩
e.mailaddress:sutour@link.net
الموقع الإلكتروني
www.sutour2.com
صفحة فيس بوك

إهــداء

إلى زوجتى سحــر

التى منحتنى الوقت كى أكتب

وإلى أبنــائى

مصطفى، وأدهم، وسلمى

الذين أنتظر أن يعيشوا واقع ما سطرته - أنا- مستقبلا...

## محتويات الكتاب

تمهيد: ........ ٧
الفصل الأول: الطاقة ........ ١٣
الفصل الثانى: بترول إخوان ........ ٥٣
الفصل الثالث: تحديات الطاقة ........ ٨٩
الفصل الرابع: الاقتصاد العالمى.. بيت من زجاج ........ ١٢١
الفصل الخامس: البيئة في حضارة نفث الكربون ........ ١٦١
الفصل السادس: مدخل لطاقة المستقبل ........ ١٨٩
الفصل السابع: وقود من الشمس والهواء ........ ٢٢١
الفصل الثامن: نشترى النفايات ونبيع الطاقة ........ ٢٤٩
الفصل التاسع: تثوير العالم ........ ٢٧٣
الفصل العاشر: مدينة الشمس ........ ٣١٥
الخاتمة ........ ٣٣٣
المراجع ........ ٣٤١

## تمهيد

لا يذكر التاريخ اسم أول من اكتشف النار وسخرها لطهو طعامه، تؤنسه فى ظلام دامس غاب قمره ونجومه، ودفئا يطمئنه فى ليل اشتد برده!!، ترى ماذا كان شعوره الأول لمرأى النار تندلع فى العشب اليابس جراء حكه حجرين ببعضهما البعض، وهل كان حكه لهما بحثا عن وميض نار، أم طلبا لشغل فراغ؟، أغلب الظن أنها الثانية، فكيف يبحث عما لا يعرفه ولا يدركه؟، أتصور أنه فزع، ثم تراجع خطوات للخلف، متسعة حدقتاه خائفا وجلا، وبعد لحظات انتظار وتفكير جمع فيها شتات نفسه تشجع واقترب منها حثيثا ماداً يده نحوها لتلسعه حرارتها، فانتزع يده خائفاً يترقب، ناظراً بعينين مشدوهتين إلى يده التى احمرت إثر لسع النار.

كانت النار تطقطق وكأنها تمضغ أعواد الشجر الجاف ناظرة نحوه فى تحد، استمر على حاله برهة، فإذا النار تخبو قليلا وكأنها تطلب المزيد من الطعام، انتبه صاحبنا .. فتلفت حوله .. ثم أسرع يجمع أعواد الشجر اليابسة ويلقيها فى النار من بعيد، فإذا بها تتوهج وإذا هو يقف ناظراً إليها فى زهو، ثم عاد إلى كوخه البسيط حاملا الحجرين بشئ من إعزاز وفخر. ومن يدرى فربما اكتسب صاحبنا مكانة فى قومه جراء اكتشافه هذا، فإذا به يحمل أحجاره فى صحوه ونومه، وسفره وحله، يقيناً أنها تختزن النار، وأنه ذلك الوحيد الذى يدرك سرها، ويعرف كيف يستخرجه منها، ومع هذا فقد كان العجب يأخذه دائما عندما يتساءل: كيف لهذين الحجرين الباردين أن يخبئا النار فى جوفيهما؟!!.

كان هذا أول تعامل للإنسان مع الطاقة فى صورة أخرى غير الغذاء الذى يمد

خلاياه بما تحتاجه من طاقة لتحيا، وعضلات يستعين بها لترويض حيواناته العفية، تغير ذلك الطعام بشكل كبير جراء تعرضه للنار، ليحصل على شواء شهى الطعم، سهل الهضم، لتبدأ رحلته فى الحصول على غذاء ذى طعوم مختلفة حتى يومنا هذا. تذكر الأسطورة اليونانية أن بروميثيوس أعطى سر النار للإنسان، فكان جزاؤه على فعلته صلبه على صخرة، ومنذ تلك اللحظة والإنسان يسعى لكشف المزيد من أسرارها، والنار التى نقل بروميثيوس سرها للإنسان ليست إلا الطاقة، التى ما إن أدرك سرها وأهميتها حتى تفتحت أمامه آفاق جديدة واسعة.

ومع رحلة الإنسان عبر التاريخ تطورت معرفته بسبل استحضار النار، فتحول الحجران فى يديه إلى عود كبريت، يحصل عليه بقروش قليلة، ثم ولاعة ذات ماركات عالمية، يدفع من أجلها الكثير من المال. ومع الخشب بدأت رحلة طويلة استمرت

مئات القرون لإنتاج الطاقة، صاحبته فيها الرياح تدفع له مراكبه الشراعية، والمياه تدير سواقيه، ثم انتقل تدريجيا إلى الفحم ومنه إلى البترول الذى يهيمن هو وقرينه الغاز الطبيعى على مشهد الطاقة، ليغيب ويتوارى خلفهما طاقات أخرى ساهمت فى بناء الاقتصاد الكونى البسيط آنذاك، فى ذلك الوقت لم يكن يحتاج أكثر من إشراقة شمس تمنحه بعض الطاقة، وهبة ريح تدفع مراكبه وطواحينه الهوائية، ومع نمو الاقتصاد العالمى والتكالب على موارد الطاقة بمعدلات غير مسبوقة خرجت الموارد المتجددة من المنافسة يدفعها عدم استمراريتها وضعف البديل العلمى فى توفيرها عند الطلب بشكل منافس ليجد البترول المناخ الملائم للسيطرة على الساحة كبديل جاهز لتقديم الطاقة عند الطلب، فدارت السيارات، ونفثت الطائرات دخانها، وشحنت الكهرباء الحاسب والهاتف، وسرى البترول فى أعصاب الاقتصاد، فدارت الماكينات فى كل مكان، وسيطر البترول على ساحة الطاقة متحديا، وهاتفا ... هل من منافس؟!!.

أُكتشِف الوقود الإحفورى على شكل طبقات فى باطن الأرض، مر على تكوينها فترات من ٥٠ إلى ٣٥٠ مليون سنة، حيث دُفنت بفعل الترسبات كميات كبيرة من النباتات وبقايا الحيوانات الميتة وعزلت عن الهواء، وبفعل الحرارة والضغط لملايين السنين، حدث تحول كيميائى لهذه المواد، فتكون الفحم الحجرى والبترول والغاز الطبيعي. بزيادة عدد سكان العالم ازداد الطلب على الغذاء، والسفر السريع والملابس والسكن، وتطورت المعرفة واخترع الإنسان الآلة البخارية واستعملها فى البواخر والقطارات، وانتشرت المصانع والسكك الحديدية، لتزداد الحاجة إلى الوقود، فبدأ الخشب يقل ببعض المناطق، وأخذ الفحم الحجرى مكانه لإنتاج الطاقة الحرارية، واكتشف الإنسان البترول واستعمل مشتقاته، فصال وجال، وأسس أركان حضارة أدق ما توصف أنها حضارة كربونية.

تأسست الحضارة الحديثة على الكربون من النخاع وحتى السطح، ويرجع ذلك لقدرة الكربون على الاتحاد مع نفسه وعدد كبير من العناصر الأخرى، لإنتاج ما

يقرب من عشرة ملايين مركب، فهو يتحد مع الأكسجين لتكوين ثاني أكسيد الكربون المركب الحيوي لنمو النبات، وباتحاده مع الهيدروجين ينتج الهيدروكربونات ذات الأهمية البالغة في الصناعات المختلفة، وعند اتحاده بكل من الأكسجين والهيدروجين نحصل على مركبات عدة منها الأحماض الدهنية.. أساس الحياة، كما أن نظير الكربون المعروف باسم «كربون-١٤» يستخدم في تحديد الزمن إشعاعيا، هذا من جانب. أما الجانب الآخر فهو إمداد النظم التى تحيا فوق سطح الأرض بمصادر الطاقة التى تحتاجها والتى اعتمدت على حرق الخشب فالفحم، تلى ذلك تطور نظم اكتشاف البترول واستخراجه وسميه الغاز اللذين أدى ظهورهما إلى طفرة غير مسبوقة فى تطور الحضارة البشرية، فى كافة قطاعاتها فدارت الماكينات وانطلقت الطائرات، ومخرت السفن عباب البحر، ووطئت السيارات السهل والتل.

ومضت سنوات وسنوات تغلغل فيها البترول والغاز داخل أدمغة رجال الصناعة ومصممى محطات الكهرباء وكل طالب مصدر طاقة، استشرى هذان الشريكان فى دقائق حياتنا كعنكبوت مدت خيوطها فى كل اتجاه لنعلق بها كفرائس هشة سهلة، وغاب عنا أن خلف بيت العنكبوت تكمن طاقات متجددة أبدا ما غابت عن سطح الأرض، تمدنا بالدفء الذى نحتاجه شتاء وبالنسمات صيفا، طاقة قوامها أشعة الشمس التى بدونها ما نتج البترول أو الغاز، وليتساءل أهل الاختصاص أى مستقبل ينتظرنا فى ظل سحب كربون تغشانا صباح مساء؟، وأى مصير نلقاه عندما تجف البئر وتخرج أيدينا خاوية دونما قطرة بترول؟ ... من هذين السؤالين تنشأ حاجتنا لوضع تصورات عن مستقبل الطاقة، ذلك المستقبل الذى وإن بَعُد يظل مرهونا بما نفعله اليوم، أليس ما نحصده اليوم نتاج عمل الأمس؟ !!.

إن نظرة فاحصة على استهلاكات الطاقة بالقطاعات المختلفة تبين استحواذ القطاع الصناعى على ٥٠٪ من الطاقة المنتجة عالميا، ويشمل ذلك المصانع المختلفة، وعمليات التعدين، والإنشاءات، إلى جانب العديد من عمليات التجميع، والتكييف،

والإضاءة، فى حين ينفث ما يزيد عن خمس الانبعاثات الكونية من غاز ثانى أكسيد الكربون. ويأتى قطاع النقل فى المرتبة الثانية باستهلاك ٣٠٪ من الطاقة العالمية، ويقصد بالطاقة المستهلكة فى النقل، تلك الطاقة المستخدمة فى نقل الأفراد والبضائع، عبر السكك الحديدية، والطائرات، والوسائل البحرية كالسفن والبواخر، وخطوط الأنابيب، ويعد الوقود السائل المصدر الرئيسى للقطاع ممثلا حوالى ٦٠٪ ليتسبب ذلك فى ارتفاع أسعار البترول فى عام ٢٠٠٨، إلا أن الركود الاقتصادى فى الفترة من أواخر ٢٠٠٨ حتى ٢٠٠٩ ساهم فى تقليل الطلب على إمدادات القطاع، ومع معاودة تزايد معدلات سفر الأفراد واستمرارها ونقل البضائع فى الدول الناهضة ينتظر زيادة استهلاك القطاع للطاقة خلال السنوات القليلة القادمة.

من هنا يصبح إنتاج الطاقة من مصادر مستدامة هدفا رئيسيا فى مدن المستقبل، تماما كما هى حاجتنا لبناء نظم وكيانات تستهلك قدرا أقل من الطاقة، أى تصبح المساكن والمكاتب ومراكز التسوق خضراء وصديقة للبيئة تحتوي على أنظمة مبتكرة لتخفيض تكاليف الطاقة، ويدعم هذا التوجه أن نصف سكان الأرض يعيشون اليوم في المدن، والنسبة تزيد يوما بعد يوم لتوضع أعباء أكثر على البيئة.

إن البيئة بما تشمله من علاقات بين الكائنات الحية وبعضها البعض، وبما تمثله من أنهار وبحار، وغابات وصحارى، والكرة الأرضية كنطاق بيئى شامل تحتم علينا البحث عن إطار تنسجم فيه هذه العلاقات ولا تتنافر، إطار لا يتسم بالتعقيد ينمى ويحافظ على عطاء الطبيعة ويحول البيئة إلى عنصر قوة بفهم نظمها ومدى ترابطها مع مكوناتها ومنظوماتها بعد فترات طويلة من الجفاء، إن الإمعان فى تحليل الأزمة يحمل معه آثار علاقة الإنسان بما حدث من إفساد، وآن أوان مراجعة مناهجنا وطرائق تفكيرنا فى التعامل مع البيئة والطاقة.

فهل سيمكننا إقامة مدن تنتج حاجتها من الطاقة؟ مدن تكتفى ذاتيا، إن طرح سؤال بهذا المعنى يصعب تفهمه فى ظل النظم الحالية للإمداد بالطاقة، فقد تعودنا

على وجود مصادر مركزية لإنتاج الطاقة، فكل البلدان تشترك فى إقامة محطات طاقة كهربائية عملاقة لتغذية أحمالها، صغيرها وكبيرها، أدناها وأقصاها، دون وضع بديل الاكتفاء الذاتى موضع تنفيذ. إن المبانى الصغيرة ذات الأحمال المتواضعة يمكنها إنتاج ما تحتاجه من طاقة كهربائية وحرارية ذاتيا وتستغنى عن الشبكة، بل يمكن لهذه الوحدات بيع فائض إنتاجها من الكهرباء للشبكة، لتتخفف الشبكة من أحمال يؤدى كثرتها -رغم تواضعها- إلى وضع أعباء كبيرة على تصميم شبكات الكهرباء وتنفيذها.

يقينا منا أن تقليص الطاقة المستهلكة في مدينة بأكملها يبدو رهانا صعب المنال، يرافقه يقين آخر -نعول عليه- ألا وهو ما حققته البشرية من تطور حضارى لم يخطر على قلب بشر. إن دمج تكنولوجيات إنتاج الطاقة مع النظم المعلوماتية مع الشبكات الذكية سوف يمكّننا من إنشاء نظم طاقة ذكية ذات كفاءة غير تقليدية، يدعم ذلك تيسير الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة بشكل أكثر فاعلية.

فبتطور العلم استشرفت الطاقات البديلة أملا غاب عنها، ما لبث أن صار حقيقة واقعه، ألا وهو قدرتها على مجابهة جانب من الطلب على الطاقة، ساند تلك الحقيقة أسعار وقود مضطرب تتأثر بأى حدث فتثور ثائرتها، فتتوتر الأسواق، وترتجف العلاقات بين الدول وبعضها البعض لتصبح قاب قوسين أو أدنى من صدام.

إن المعتدلين من رجال الطاقة لا يرون فرقا -من حيث الإمداد بالطاقة- بين مصدر متجدد يتغير عطاؤه بتغير طبيعة المصدر (شدة الإشعاع الشمسى، متوسط سرعة الرياح، قوة الأمواج،...) ومصدر تقليدى نطعمه فحما أو غازا أو بترولا. فالمتخصصون يرون أن منظومة الطاقة المتزنة فى أى بلد لا بد أن تشمل بدائل عدة تضمن لها تنوع المصادر، وتطور الآليات، ليضم زخم الطاقة أشتات مجتمعات، ونتفا جاء مصدره من هنا وهناك تؤلف فيما بينها عصب الطاقة الذى يسرى فى أطراف الدولة يمدها بما تحتاجه لتنمية مشروعاتها ورفع مستوى اقتصادها. فضلا عن ذلك

يواجه العالم تحديا كبيرا يتمثل فى طرح آليات مرنة وغير نمطية للمواءمة بين نقص الإمدادات وزيادة الطلب.

من هذا المنطلق ولت الكثير من الدول وجهتها قِبَل الطاقات المتجددة، فأصدرت القوانين، والتشريعات، والسياسات لمساندة سوق الطاقة المتجددة، ووضعت الأهداف المستقبلية موضع التزام، فنمت استثماراتها وحققت أرباحا هائلة، ودخلت شركات صغيرة سوق الطاقة المتجددة على خجل، وسرعان ما صار اسمها ملء السمع والبصر، وحازت أسهماً وحصدت أرباحاً، كل هذا فى سنوات قليلة معدودة !!.

إن تجارب شركة سوزلون الهندية، وجولد ويند وسينوفيل الصينيتين جديرة بالذكر، لقد دخلت هذه الشركات سوق توربينات الرياح منذ سنوات معدودات، سنوات لم تخرج فيها منتجات هذه الشركات خارج حيز دولها، وشيئا فشيئا، أصبح لها مساهمة فى السوق العالمى لطاقة الرياح تصل إلى ثلث عائداته، ولنا أن نتخيل ثلاث شركات لم يمض عليها أكثر من عشر سنوات تستحوذ على نحو ١٣ مليار يورو من إجمالى عائدات السوق فى عام ٢٠١٠ البالغة نحو ٤٠ مليار يورو، وبما يؤكد أن السوق المستقبلى إنما هو للطاقات المتجددة.

لذا صرنا نستشرف المستقبل، إيمانا منا بالموقف الإيجابى الذى سوف تلعبه هذه المصادر فى القريب العاجل، ففى الوقت الراهن تساهم الطاقات الشمسية والرياح والإحيائية بنحو ٣٪ من الكهرباء المولدة عالميا، وبإضافة الطاقة المائية تبلغ نسبة الكهرباء النظيفة حوالى ٦٪، ولا يتوقع للطاقة المائية أن تزيد فى المستقبل وخاصة فى أوربا التى استنفدت كافة مصادرها المائية صغيرة أو كبيرة بإنشاء محطات لإنتاج الكهرباء، إلى الحد الذى دعا المتخصصين فى شئون الطاقة الأوربية إلى التصريح بأن القدرات المركبة من الطاقة المائية فى أوربا ستظل على هذا الوضع دون تغيير!!.

ومع ما تمثله إدارة المستقبل من صعوبة مصدرها التعامل مع المجهول استقراءً للمستقبل لا باعتباره أمرا مقرراً سلفا ولكن باعتباره هدفاً نسعى نحو بنائه وتنفيذه،

يعد استشراف المستقبل إجراءً ضد الاستسلام لمقتضيات الواقع، فهو فى جوهره يبحث فى التطور المستقبلى للبشرية؛ بما يسمح باستخلاص عناصر تنبُّئِية، ومحاولة سبر أغوار القادم بهدف التعامل لا برفضه وإنما محاولة تحسينه وتطويره ودمجه فى ضروريات الحياة اليومية.

ومع المشاق التى يتعرض لها من صدر نفسه لاستشراف المستقبل، ووصولا للحيادية فى قراءته، يتوجب علينا تجنّب الأفكار المسبقة أو الاندفاع لرؤية بعض الأمور التى تناسب اتجاهاتنا أو أفكارنا، إلا أننى أقر بشئ من تسليم أنه ما من شخص صدر نفسه للاستشراف إلا وتأثر بهوى شخصى يميل به شيئا قليلا، وحيث إننى واحد من هؤلاء فإننى لا أخفى هواى وميلى تجاه طاقة المستقبل، طاقة أجد فيها طعم الطبيعة البكر، ورائحة صباح طازج يملؤه تفاؤل، ويلفه بِشرا!.

فحُلْمِى بمدينة تستمد طاقتها مباشرة من الشمس أرسمه فى الفصل الأخير من هذا الكتاب. فالطاقة التى تحتاجها مدينتنا تأتى من المصادر المتاحة فيها أولا، ثم تستكمل احتياجاتها من فوائض المدن المجاورة إن لزم الأمر، فكل مدينة تعمل على إنتاج طاقة نظيفة من الشمس الساطعة وقت النهار تنتجها مركزات شمسية ذات كفاءة عالية، أو خلايا فوتوفلطية تعمل على شعاع شمس ذهبى، وطاقة رياح تنتشر توربيناتها فى المناطق المختلفة بأطراف المدينة ووسط زراعاتها تترقب هبوب الريح محولة إياها إلى كهرباء، أما مخلفاتها فتتجمع فى مناطق بعينها كل نوع فى مكان لتحمله السيارات إلى حيث يعاد استخدامه أو لإنتاج طاقة، هذا بخلاف وجود وحدات صغيرة بجوار كل منزل تتولى تحويل الكتلة الإحيائية إلى طاقة ربما كهربائية أو حرارية، بحسب رغبة قاطنيه واحتياجاتهم، وسوف تنتشر تلك الوحدات بجوار المطاعم العامة التى يتخلف عنها فوائض طعام تحتاج لاستثمارها مرة أخرى.

إن المصدر الرئيسى للطاقة فى مدينة الشمس يأتى من المصادر المتجددة ريحا وشمسا، مدا وجزرا، وغيرها من المصادر الأخرى، فى حين تأتى المصادر الأقل تلويثا

فى المرتبة الثانية، ويتأخر الوقود الأحفورى للمرتبة الثالثة على استحياء. وقد يظن البعض أن مصادر الطاقة المتجددة لن تفى باحتياجاتنا كبشر، إلا أن تكنولوجيا اليوم بأدواتها المتواضعة -قياسا على تكنولوجيا الغد- تخبرنا أنها تكفى وتزيد، وسيصبح المحك أى تكنولوجيا نستخدم !!.

إن هذا الكتاب لا يرصد كافة الطاقات المستقبلية التى سوف نعتمد عليها، كما أن ذكر مصدر بشئ من إسهاب وآخر باقتضاب لا يعنى أن الأول أهم من الثانى، فكل المصادر لدينا سواء، لأننا نوقن أن عدم استخدامها على نطاق تجارى واسع اليوم لن يمنعها أن تحتل نصيبها غدا فى سوق الطاقة.

أيضا ربما كانت هذه هى المرة الأولى التى نرى فيها كتاباً يقدم لنا النص المقروء الدال على البيان والخبرة مقرونا بما أنتجته لنا تكنولوجيا المعلومات من إمكانية دمج النص والصورة والصوت والحركة من وسائل عرض مبهر ومؤثر فى نفس الوقت من خلال خدمة «Youtube» التى سنرى من خلالها الآثار المدمرة لزلزال وتسونامى اليابان مارس ٢٠١١، وأيضا كارثة تسرب البترول من أحد حقول شركة بريتش بتروليم BP»» بأمريكا فى مايو ٢٠١٠، وافتتاح أوليمبياد بكين الصين عام ٢٠٠٨ وسط أجواء احتفالية مبهرة تكلفت ٤٠ مليار دولار وأضواء ساطعة أسهم الفحم فى توليد النصيب الأكبر من الكهرباء التى تحتاجها، وغيرها وغيرها من الأحداث التى يمكن أن نشاهدها كما لو كانت تحدث الآن نسترجعها وقتما نشاء، وكأنما احتجز التاريخ تلك الأحداث فى ذاكرته وأبى أن يرحل عنها !!.

أما ما أحب أن أختم به هذه المقدمة فهى كلمات أستاذنا الجليل الدكتور أحمد كمال أبو المجد فى كتابه الماتع «حوار لا مواجهة»، قائلا:

«إن التوجه للمستقبل لا بد أن يحمل معه بالضرورة استكمال حيازة الجيل لأدوات الحركة نحو ذلك المستقبل، واستكمال الإحاطة بعلوم وفنون عديدة لا يمكن بغيرها أن تبدأ رحلة الإقلاع نحو الغد.... إن الاعتياد على احترام قيمة الوقت .. وتعلم أسلوب

التخطيط .. وتحريك ملكات الابتكار .. وتنشيط الخيال وتنشئة جيل كامل من العلماء المتخصصين فى علوم الاتصال، والمعلومات، وتحليل الأنظمة .. واستخدام التقنيات المتطورة الخادمة لتلك العلوم، وكل ذلك يبدو لنا جزءا أساسيا من أجزاء التحرك الذى نسعى إليه، حتى يكون لنا مكان فى خريطة المستقبل التى تتسابق إلى مواقعها حضارات وأمم وشعوب.»

**والله الموفق**

**محمد مصطفى محمد الخياط**

**مختصـــرات:**

م. و. س. : ميجا وات ساعة

م. و. : ميجا وات

ك. و. س. : كيلو وات ساعة

ك. و. : كيلو وات

أويك : الدول المصدرة للبترول

أوابك : منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول

G8 : مجموعة الثمانية

CDU : الحزب الديمقراطى المسيحى فى ألمانيا

BP : British Petroleum

CDM : Clean Development Mechanism

CNG : Compressed Natural Gas

COP : Conference of Parties

ET : Emission Trading

HFO : Heavy Fuel Oil

IAEA : International Atomic Energy Agency

IEA : International Energy Agency

IRENA: International Renewable Energy Agency

JI : Joint Implementation

LFO : Light Fuel Oil

LNG : Liquefied Natural Gas

OECD :Organisation for Economic Co-operation and Development

PG&E : Pacific Gas and Electric Company

# القسم الأول: المشهد الراهن

## الفصل الأول

## الطاقة

بنهاية الحرب العالمية الأولى، خضع العالم لسيطرة فرنسا وبريطانيا العظمى، المنتصرتين عسكريا، وقد أدرك هذان البلدان، فى السنوات الأخيرة من النزاع، ضرورة ضمان تموينهما بالبترول، وبخاصة بعد شح عامى ١٩١٧ و١٩١٨ الذى أثبت الأهمية الاستراتيجية لمنابع الإنتاج، كما أن استهلاك النفط للأغراض المدنية والسيارات والطائرات، وكذلك استهلاك المازوت[*] من قبل البحرية، كان كلا المصدرين يتزايدان بوتيرة متسارعة، فى تلك الفترة التى بدأ فيها عهد البترول بالظهور، لم تكن لدى الأوروبيين طرق حديثة لاستخراج البترول كالأمريكيين، وبمطلع القرن أصبح بترول الإضاءة أكثر طلبا من سواه، حتى أن أصحاب مصافى البترول لم يعرفوا كيف يستخدمون البنزين، إلا أن النمو الصاعق لصناعة السيارات قلب الوضع رأسا على عقب.

(*) Heavy Fuel Oil, HFO.

أيضا أدى ظهور محركات الديزل(*) ومحركات الطائرات فى الثلاثينات من القرن الماضى إلى ظهور العديد من الاكتشافات والتقنيات الخاصة بالحصول على وقود ذى كفاءة عالية، وتقنيات جديدة للتزييت والتشحيم، بالإضافة إلى إنتاج مواد عديدة فى مجال الكيمياء البترولية: الكحول، الكاوتشوك المُصنع، المواد البلاستيكية، المنظفات، الجليسرين وغيرها، كل ذلك أدى إلى تنوع أكبر فى الاستهلاك، لتبدأ منذ ذلك الوقت رحلة الاعتماد على البترول والتى استمرت حتى وقتنا الراهن.

تربع البترول على عرش الطاقة واتصف بجاذبية خاصة عن غيره من المصادر

(*) Light Fuel Oil, LFO، ويعرف بالمازوت فى سوريا ولبنان وبالسولار فى مصر، وهو مقطر نفطى يحتوى على مزيج من مركبات هيدروكربونية، ويستخدم فى محركات الديزل العاملة بنظام الاحتراق الذاتي، وفى قطاعات الصناعة والأبنية وتوليد الكهرباء وغيرها. وتتأثر جودة الديزل بعدد من المكونات، أهمها الكبريت والعطريات، والماء والشوائب واستقرار الوقود الذى يقاس بمقاومة الوقود على تكوين المواد الصمغية والمركبات الأكسجينية غير القابلة للذوبان.

التى سبقته (الخشب، الفحم،..)، حيث أدى تنوع مشتقاته إلى تميز أهله أن يكون عاملاً حاسماً فى العديد من الأحداث العالمية، فقد عرف العصر الحديث أربع أزمات كبرى فى مجال البترول، وقعت أولاها فى عام ١٩٧٣ كنتيجة مباشرة لحرب أكتوبر المجيدة، ووقعت الثانية عام ١٩٨٠ كرد فعل لنشوب الحرب العراقية الإيرانية، والثالثة فى أغسطس ١٩٩٠ بسبب غزو العراق للكويت، أما الرابعة -والتى أدت تداعياتها إلى غزو بلدان تمتلك أو تشرف على مصادر حيوية للنفط- فكانت فى ١١ سبتمبر ٢٠٠١، وليس غريبا أن تكون أطراف هذه الأزمات دولاً تطل على الخليج العربي، فالخليج يحتضن ما يفوق نصف مخزون العالم من هذا الزيت اللزج الذى نسميه البترول !!.

وبصفة عامة، يتفق الكثيرون على أهمية الطاقة فى التحولات العالمية التى تمر بها الدول، فمع نجاح كل من الهند والصين فى تأمين معدلات نمو مرتفعة ومستقرة

لاقتصاديهما - على الرغم من عدم تمتعهما بوفرة فى مصادر الطاقة- فقد أثرت محدودية موارد ألمانيا واليابان من الطاقة خلال الحرب العالمية الثانية بالسلب مما ساعد على هزيمتهما من قِبَل خصومهما الأكثر غنى بالموارد، أيضا دفعت قضايا الطاقة الولايات المتحدة الأمريكية أن يكون لها تواجد بمناطق توافره عقب الحرب العالمية الثانية، حتى تمنع الخصوم من الوصول إلى ثروات هذه المنطقة، فضمنت لها تفوقا استراتيجيا، كل هذه الأحداث وغيرها تشير إلى الدور الحقيقى والمؤثر للطاقة مما يجعلها أحد الأسباب الرئيسية فى التحول من نظام أحادى القطبية إلى آخر متعدد الأقطاب.

من هنا فإن قضايا الطاقة يتم تناولها فى نطاق القضايا المحورية، حيث ينظر للدولة بمدى قدرتها فى التعامل مع مصادر الطاقة المتاحة لديها وقدرتها على مواكبة التطورات العالمية فى أنظمة إنتاج واستهلاك الطاقة مع أخذ الجوانب البيئية بعين الاعتبار، لذا يبدو المستقبل بالنسبة للدول التى تعانى من مشاكل فى توفير مصادر الطاقة أكثر قلقا، وهو ما يدفع العديد من الدول المتقدمة الواقعة أسفل خط الوفرة الذاتية نحو تنمية الابتكارات والبحث والتطوير فى نظم تحسين كفاءة الطاقة وأيضا الاعتماد المتزايد على أنماط جديدة لإنتاج الطاقة وتنويع المصادر.

لقد جاء ظهور الكيانات الدولية العاملة فى مجال الطاقة، وبتعبير أكثر تحديدا وكالات الطاقة كردود أفعال لأحداث دولية مختلفة فى مجال الطاقة، حيث أنشأت الوكالة الدولية للطاقة النووية International Atomic Energy Agency, IAEA عام ١٩٥٧ استجابة لمخاوف عميقة وتوقعات بأن اكتشاف الطاقة النووية يمكن أن يوجهها كسلاح فى أيدى بعض الدول وخاصة بعد حادثتى هيروشيما ونجازاكى فى عام ١٩٤٥، فى حين أعلن عن الوكالة الدولية للطاقة International Energy Agency, IEA فى عام ١٩٧٤ بدعم وتأييد من الدول الفقيرة نفطيا «المستوردة للنفط» بهدف تنسيق المواقف بينها وبين الدول المصدرة له، وتفادى الأزمات وإيجاد آليات فاعلة لخفض الأسعار، وأخيرا أعلن فى ٢٦ يناير ٢٠٠٩ عن إنشاء الوكالة

الدولية للطاقة المتجددة International Renewable Energy Agency, IRENA كرد فعل مباشر للدعوات البيئية التى تحذر من التغيرات المناخية المصاحبة لعمليات إنتاج الطاقة من المصادر الإحفورية، وأيضا لخوف الدول المستوردة للنفط والغاز من الوقوع تحت سيطرة الدول المصدرة لهما على المدى البعيد أو على الأقل انخفاض إنتاجيتهما.

وفى ذات الصدد، تشير الإحصاءات إلى أن حوالى ٦,٥ مليار شخص يعيشون على ظهر كوكب الأرض، يحتاجون يوميا إلى قدر هائل من الطاقة لإنجاز أعمالهم، وتقدر الوكالة الدولية للطاقة أن حوالى ١,٦ مليار فرد لا يمكنهم الوصول إلى صور الطاقة الحديثة من كهرباء تفتح الباب أمام استخدام نظم إضاءة جيدة، وأجهزة منزلية حديثة توفر الوقت والجهد، وعلى مستوى الصناعة تفتح مجالات ودروب التقدم الصناعى، فحتى الاستثمارات الطموحة التى يجرى التخطيط لها حاليا -والتى تفترض إنفاق أكثر من تريليونى دولار لتطوير قطاع الكهرباء فى العالم الفقير بحلول عام ٢٠٣٠- ستترك قرابة ١,٤ مليار نسمة يعيشون دون إمكان الوصول إلى الطاقة الحديثة فى غضون ثلاثة عقود من الزمن (١).

ونحن عندما نذكر الطاقة لا نتعامل معها بمعزل عن مؤثرات أخرى مباشرة وغير مباشرة، فهناك دائرتان رئيسيتان تتقاطعان مع دائرة الطاقة، أو بالأحرى تتقاطع الدوائر الثلاث معا دون أن نعرف أين نقطتا البدء والانتهاء !!، حتى ليصدق عليها قول الشاعر طاهر أبوفاشا « ... أول الطريق هو منتهاه»، يأتى هذا على الرغم من محاولات المتخصصين المنتمين لكل دائرة التأكيد على أن دائرتهم هى المركز، والدوائر الأخرى أفلاك ومجرات تدور حولها فى مدارات مقدرة سلفا، كما سنوضح فى هذا الكتاب.

أول هذه الدوائر ... دائرة البيئة التى ظلت لعقود طويلة بمعزل عن اهتمام القائمين على شئون الطاقة سواء كانوا فى جانب الإنتاج أو فى جانب الاستهلاك، فى حين أن القاعدة الثابتة فى علم البيئة تركز على حماية العالم الطبيعى كلما أمكن

ذلك، بالمحافظة على ما يوجد فيه، واستعادة ما ضاع منه، وأن نكون مستعدين -بشكل طوعى- للتصرف وفق الأولويات البيئية. وعلى الرغم من هذا فقد ظلت وجهة نظر الاقتصاديين لعقود طويلة تتركز على أن مشروعات حماية البيئة وصيانتها هى أمور ذات كلفة عالية وغير ضرورية، ومن ثم فقد تجاهلوا الاعتبارات البيئية عند دراسة مشروعاتهم وركزوا اهتماماتهم على ميزان الربح والخسارة، ولكن مع تزايد الضغوط على الموارد البيئية وتدهور العديد من هذه الموارد واستنزافها، أدرك الكثير من الاقتصاديين قصر نظرهم وأيقنوا أن إغفال البعد البيئى يؤثر سلبا على اقتصاديات المشروعات على المدى البعيد، وهو ما دعا إلى المطالبة بمراعاة الأبعاد البيئية للمشروعات عند وضع خطط التنمية، بهدف حماية البيئة وساكنيها من إنس وطير وحيوان ونبات وجماد من جهة، وضمان نجاح تلك المشروعات واستمرارها من جهة أخرى.

فالكائنات الحية هى أول المتأثرين بتغير البيئة والمناخ، فارتفاع درجات الحرارة كفيل بتعريض الإنسان إلى مخاطر صحية، وخاصة أولئك الذين يعيشون فى مناطق ذات طبيعة باردة، كما أن النباتات يتأثر إنتاجها بشكل مباشر بتغير الفصول التى تعنى ضمنيا تغير المناخ، مع وجود متغيرات مناخية تحول مناطق زراعية إلى صحراوية قاحلة مهددة الإنسان الذى يتغذى عليها والحيوان والطير، بل تؤدى هذه التغيرات إلى هجرة أسراب الطير من مكان إلى آخر طلبا لبيئة تستطيع أن تتعايش فيها ومعها، ويأتى الجماد كآخر المتأثرين بتغير المناخ فتتغير واجهات الأبنية ويتأثر عمرها الافتراضى.

إن عقد مقارنة متواضعة بين حال الإنسان الأول على كوكب الأرض وحاله الآن تجاه البيئة تبين أن الإنسان الأول كان يخشى على نفسه من البيئة المحيطة به، فظل فى صراع معها محاولاً حماية نفسه من تقلباتها مطرا وجفافا، بردا وحرا، غيما وصحوا، هذا بخلاف توجسه من كائناتها وخوفه على نفسه منها .... والآن وبعد أن شهدت البشرية عقوداً طويلة من الطفرات العلمية والتكنولوجية ... أيقن الإنسان أنه

أضر بالبيئة أيما ضرر، فقد نسى فى خضم قفزات التطور والتقدم أن يحافظ على البيئة فأفسدها بيديه، وسلبها عذريتها بمداخنه، وعندما أفاق وتنبه من سكرته أخذ يحاول حمايتها من نفسه، وشتان بين الحالتين !!.

إننا فى حاجة إلى منظومة تحكمها القواعد التى تشبع إحساسنا بالعدالة، ونحن أحرار، عقلانيون، قادرون على تبين الواجبات وتحمل مسئولية أفعالنا(٢). وقد يأتى ذلك بتحويل الواجبات المفروضة علينا تجاه البيئة إلى شراكة معها، فقدرتنا كبشر على الإبداع غير محدودة، ومن خلال هذه القدرات والملكات يمكننا تحويل هذا الإبداع إلى أفكار قابلة للتسويق، بما يعنى المواءمة بين متطلباتنا كبشر وحقوق البيئة ضمن إطار مقبول اقتصادياً. إن الشراكة بيننا كبشر والطبيعة كبيئة تتلخص فى كيف نرى هذا العالم المحيط بنا؟، كيف نتغلب على المعوقات التى تواجهنا دون الإخلال بالنظام البيئى، يقينا أن الإخلال سوف يؤدى إلى مشاكل أكثر تعقيداً من تلك التى نحاول حلها الآن !!.

ويأتى الاقتصاد -ثانى هذه الدوائر- كمؤثر مباشر فى تنمية موارد معينة للطاقة على حساب أخري، حيث أدى توافر البترول والغاز الطبيعى والفحم فى العديد من الدول إلى تأجيل أو رفض المشاركة التدريجية للمصادر الصديقة للبيئة، علماً بأن معيار الاقتصاد يظهر فى زيادة الرخاء البعيد المدى للجميع عن طريق اتخاذ القرارات الاقتصادية الصائبة، بمعنى القرارات التى تحقق أقصى فعالية فى إطار السوق الحرة، مما يتطلب إدراج مصادر وتقنيات تراعى البعد البيئى فى إنتاج الطاقة، إلا أن هذا المطلب تم إغفاله سعيا وراء تحقيق مكاسب مرتفعة بغض النظر عن الأبعاد السلبية المصاحبة لها، فالمسئولون عن التمويل لا يرغبون فى إنفاق قرش واحد زيادة عن الميزانية المحددة، ومن ثم .. يعد إنشاء محطة حرارية لتوليد الكهرباء أجدى ماليا من إنشاء مشروع طاقة نظيفة، ومثل هذا التصور يعضد من اعتقاد خاطئ مفاده أن النمو الاقتصادى مرتبط بنفث مزيد من ثانى أكسيد الكربون فى بيئتنا، علما بأن أخذ البعد البيئى للانبعاثات الناتجة عن حرق الوقود الأحفورى فى

الاعتبار قد يغير من نتائج التقييم(٣)، هذا بخلاف تقييم أثر تأمين مصادر الطاقة المتاحة ذاتيا كبديل لاستيراد الوقود –حال عدم توافره– وتفادى قصور الإمدادات نتيجة تغير العلاقة بين المصدر والمستورد، إن إغفال مثل هذه العوامل عند تقييم مشروعات الطاقة المتجددة يؤدى إلى إصدار أحكام غير عادلة.

أيضا تأثر اقتصاد الطاقة بظن سيئ تلخص فى الترويج لمقولة أن التقدم التكنولوجى هو السبيل الوحيد لخفض أسعار مكونات الطاقة المتجددة، ومما لا شك فيه أن التقدم التكنولوجى كفيل بخفض تكلفة المكونات ورفع كفاءتها أيضا، إلا أن الركون إلى هذا الاعتقاد يؤدى إلى إصابة الأسواق ومن ثم المستثمرين والمستهلكين بحالة من السكون والانتظار تطول لسنوات عديدة.. يترتب عليها ركود أسواق الطاقة المتجددة مما لا تتحقق معه النتائج المرجوة، وتفيد المراجعات التاريخية أن حجم التداول فى السوق يعد العامل الحاسم فى انخفاض أسعار تقنيات الطاقة المتجددة، فكلما كانت الأسواق أكثر انفتاحا وتغذيها محركات طلب عالية، كان معدل انخفاض الأسعار أسرع.

أيضا، تضمنت الدراسات الاقتصادية مغالطات ساهمت فى تعثر تنمية مشروعات الطاقة المتجددة، وذلك بالترويج بأن الطاقة المتجددة أغلى من الطاقة الحرارية، ويعد هذا القول صحيحا إذا غيبنا فى تقييمنا الآثار السلبية للطاقة الحرارية الناتجة عن حرق الوقود الأحفورى، ومن ثم يشوه هذا القول أطر سياسات الطاقة المتجددة التى تنخفض أسعارها بمرور الوقت، لدرجة أن طاقة الرياح أصبحت منافسا قويا للمحطات الحرارية حتى بدون حساب تكلفة التأثيرات السلبية للوقود الأحفورى!!.

إن عقد مقارنة بين تقنيات الطاقة المتجددة والتقليدية دون أخذ تقلبات أسعار الوقود فى الاعتبار وكذا الآثار البيئية لأكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت –المنتجات الثانوية لحرق الوقود الأحفورى– يؤدى إلى إصدار أحكام غير عادلة بأن بعض تقنيات الطاقة المتجددة أغلى من الحرارية.

وعندما ننظر لهذه الدوائر الثلاث وتقاطعها فيما بينها لا نقر بميزة مطلقة لإحداها، أو بتبعية دائرة الاقتصاد والبيئة لدائرة الطاقة، أو العكس، لكننا نرى أهمية دراسة

العلاقة فيما بينها وحدود تأثير كل منها، وفى هذا ما يبعدنا عن الميل الذى قد يقع فيه المتخصصون من كل جانب، فقد يرى الاقتصاديون أن ازدهار تقنيات الطاقة يعتمد بشكل أساسى على وجود أسواق لتلك التقنيات، بما يُعبَر عنه فى شكل مناخ اقتصادى ملائم، فى حين قد يرى أهل الطاقة أنه لولا مصادر الطاقة لما قام الاقتصاد، وهكذا نرى أننا ندور فى حلقة مفرغة لا تنتهى تقدم فكراً لا يمكن القياس عليه أو طرح سبل التطوير من خلاله.

## الطاقة ... أسواق ائتلافية

إن النظر إلى نسب مشاركة مصادر الطاقة المختلفة من بترول، وفحم، وغاز طبيعى، وغيرها، تذكرنا بنتائج الانتخابات التى تجرى بين الأحزاب المتنافسة فى البلدان الديمقراطية، فالنتائج دائما لا تعطى فئة أحقية تشكيل وزارة مستقلة، بل وزارات ائتلافية، تضم مزيج الأحزاب الأخرى، لتكون فسيفساء تتناغم فيها الألوان مُشَكلة وجه الوطن، مُظهِرة كافة الأطياف !!.

وعلى غرار هذه الحكومات الائتلافية، تأتى مشاركة المصادر المختلفة للطاقة، تتأرجح نسبة كل مصدر رئيسى حول العشرين والثلاثين فى المائة، فلا يحق لكل منها أن تستأثر بالسوق، بل هى أسواق ائتلافية للطاقة، فعلى المستوى العالمى تتوفر الطاقة الأولية من مساهمة كل من البترول بنسبة ٣٣٪، يليه الفحم بحوالى ٢٧٪، ثم الغاز الطبيعى ٢١٪، فى حين تستوفى باقى النسب من الطاقات النووية والمائية والمتجددة الأخرى (رياح، شمس، كتلة إحيائية، طاقة جوفية).

فالعرض والطلب على الطاقة يرتبطان بالرغبة البشرية فى الحصول على خدمات الطاقة (الإنارة والتدفئة والتبريد، والمواصلات، ... إلخ)، والدافع للطلب على الطاقة من قبيل التفاعل بين السكان والدخل (النمو الاقتصادي)، فمع ارتفاع الدخل لمزيد من الناس ترتفع الحاجة إلى مزيد من الطاقة، لتأتى إمدادات الطاقة معبرة عن مستوى توافر الوقود ومدى سهولة الحصول عليه، والعامل المحدد للطلب على الطاقة استعداد السكان والنمو الاقتصادى (إجمالى الناتج المحلي)، مما يشكل المحرك الرئيسى لاقتصاد الطاقة.

على نحو آخر، يختبر المتخصصون الاقتصاديون نماذجهم من خلال قياس التغيرات النسبية بين مؤشرات العرض والطلب والأسعار، مقارنة بالدخل وعدد السكان والتحسينات التكنولوجية، ويرافق هجرة سكان الريف إلى المدن الحضرية، كما حدث فى الصين على سبيل المثال، التحول من الكتلة الحيوية إلى أنواع الوقود التقليدية التجارية.

الشئ الآخر أن الأفراد يستخدمون صورا عدة للطاقة خلال أدائهم لأعمالهم اليومية، فالكهرباء فى المنزل للإضاءة إلى جانب تسخين المياه وأحيانا الطهو والكى، أما الغاز فيتنوع استخدامه فى المنزل بين تسخين المياه إلى جانب طهو الطعام، فى حين لا نحتاج مع ضوء الشمس لمصدر للإنارة ناهيك عن أن دخولها منازلنا يجعلها صحية ويقضى على الكثير من البكتريا الضارة، وهى هنا تعمل كمطهر، كما تمنحنا الشمس الدفء، ونستخدمها فى تجفيف ملابسنا، والتريض فى الشمس يمنحنا الإحساس بالتفاؤل إلى جانب فوائدها الصحية، أما طعامنا الذى نتناوله ضحى وعشيا فإنه ما نبت.ولا أخذ أشكاله هذه صنوان وغير صنوان إلا بجرعة ماء وحفنة من ضوء الشمس الذى ساعد فى نمو النباتات التى نتغذى على بعضها والحيوانات على بعض آخر منها، فإذا ماتت بعض تلك النباتات والحيوانات تحولت عبر الزمن إلى فحم وبترول وغاز طبيعى ندير بهم محطات الكهرباء وسياراتنا التى تقلنا إلى مقار أعمالنا وإلى زيارة الأصدقاء والأقارب والتنقل من مكان لآخر، وهناك البطاريات الجافة التى تختزن الطاقة وتشغل هواتفنا المحمولة، إنها حقا حزمة ائتلفت مكوناتها لننعم بحياتنا.

## الطاقة والجغرافيا ... أو اللعبة الكبرى

تبيع الدول التى تمتلك وفورات من مصادر الطاقة الأحفورية حصصاً منها للمساعدة فى تنمية الناتج القومى، وقد تكون هذه الفوائض من البترول أو الفحم، وربما الغاز الطبيعى، داعية إلى تعبئة هذه المصادر وتصديرها عبر الحدود، حتى تصل إلى المستورد، وتتأثر هذه السلسلة الطويلة من العمليات بطبيعة موقع الاستخراج وبعده عن منفذ التصدير، فوجود مصادر الطاقة بالقرب من الموانئ، وشبكات الطرق يعطى الفرصة لتصديرها بتكلفة مقبولة، كما أن مد أنابيب نقل البترول والغاز عبر

مناطق تتميز بجغرافية قاسية تضع أعباء مادية على كاهل المستثمرين فى مشروعات الطاقة، ناهيك عن متطلبات تأمينها، يضاف لذلك مسارات ناقلات البترول، أو الغاز، أو الفحم، واحتمال مرورها عبر قنوات مائية ضيقة، توصف بأنها نقاط مختنقة، حيث تتهدد الناقلات الصعوبات الملاحية، ومحدودية حمولات السفن، فترتفع تكلفة النقل وكذا أسعار الوقود الخام.

من هنا، تعطى الجغرافيا بعداً هاما لموارد الطاقة ومدى إمكانية الاستفادة منها، فإلى جانب جغرافية مسار الناقلات تأتى جغرافية استخراج البترول، فقد يتواجد البترول على أعماق سحيقة فى باطن الأرض، أو أعماق البحار، إلا أن استخراجه من هذه المناطق قد يكون غير مجدٍ، إما لعدم توافر الآلات اللازمة أو لارتفاع تكلفة استخراجه إلى مستويات باهظة بما يجعل من تسويقه فى ظل الأسعار الحالية أمراً غير مقبول.

وعلى النقيض من ذلك تعد حالة ليبيا فارقة فى شأن توافق الجغرافيا مع مصادر الطاقة، فليبيا التى تركها الاستعمار الفاشيستى صندوقاً من الرمال –بتعبير موسولينى–، قلب إنتاج البترول بها الحال رأساً على عقب، بل قلب الكيان الاقتصادى لليبيا حتى النخاع –بحد تعبير الدكتور جمال حمدان– وحولها من صندوق رمال إلى صندوق ذهب(٤)، حقيقة ومجازاً، فقد جاء انبثاق البترول فى حوض سيرت، حلقة الانقطاع بين نواتى المعمورة فى طرابلس وبرقة، ويرجع ذلك لسببين، فكما أوجد الحوض نوية جديدة من العمران اللاحم بين النواتين، أوجد أيضا بؤرة لامة تجمعت حولها آمال الأقاليم المختلفة، بحيث أصبح البترول أداة توحيد داخلى. فليبيا تتميز برقعة مندمجة ملمومة إلى أقصى حد، تخلو تماماً من الزوائد والأطراف أو الجيوب الهامشية، بحيث يكاد يكون الشكل الجغرافى للدولة مثاليا تقريبا، وكما أن الصحراوات تعد عائقاً أمام النمو والامتداد، فالبترول أكبر مذيبات العزلة والتخلف، وأسرع معجلات التطور فى القرن العشرين، بصيغة أخرى كانت ليبيا فراغ قوة «Power Vacuum» تقريبا، أشبه بالمنخفض الحاد بين قوى ضخمة فى المشرق والمغرب، ولكنها بعد البترول أصبحت تملك فائض قوة «Surplus Power».

**برواز رقم (١):**

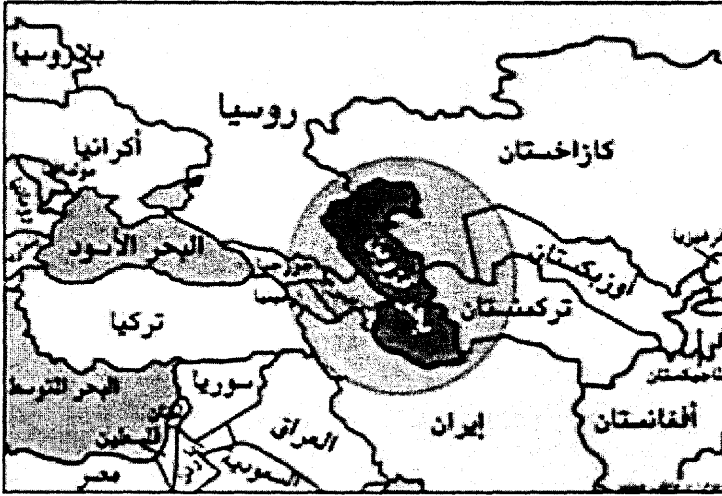
**- «قيل لى وأنا فى المملكة العربية السعودية -إذا كنت قد سمعت بأمر خاتم سليمان- فاذهب إلى الظهران لترى كيف أن الملك الراحل عبد العزيز آل سعود قد استطاع بسحر كأنه سحر خاتم سليمان أن يحول رمال بلاده الصحراوية، إلى كنوز من الذهب الأسود .. وترى كيف صارت قطعة من أمريكا، بلحمها ودمها وعقولها وأدواتها وكل ما هو مستحدث فيها، لتستقر فى أرض الظهران... سوف ترى كيف تنتقل فى طرفة عين، من أرض مقفرة إلى جنة من جنان كاليفورنيا».... هذا ما ذكره محرر مجلة المصور المصرية(٥)، فى عدد خاص عن المملكة العربية السعودية نشر عام ١٩٥٤.**

**- إن اتساع نطاق عمليات الإنتاج والتسويق ليشمل الكرة الأرضية يتطلب قدرة رءوس الأموال على عبور الحدود الوطنية بسهولة، غير أن ذلك يستتبع إزالة اللوائح والأنظمة المالية القديمة والحواجز التى أقامتها الدول لحماية اقتصاداتها المتبادلة، كما أن كل انحراف أو تأرجح لرأس المال يجر وراءه إعادة توزيع للسلطة على المستوى المحلى وعلى المستوى العالمى، فعندما أغرقت الأرباح البترولية الشرق الأوسط، بدأت البلاد العربية تمتلك سلاحاً ثقيلا فى المحافل السياسية العالمية، ووجدت إسرائيل نفسها معزولة بشكل متزايد فى الأمم المتحدة، وقطع العديد من الدول الإفريقية علاقتها الدبلوماسية مع إسرائيل نظراً لاحتياجها للبترول العربى، وفى مناطق مختلفة من العالم، بدأ البترودولار يمارس تأثيراً على وسائل الإعلام، وفى الرياض وأبوظبى، ومدينة الكويت، اكتظت ردهات الفنادق بمسئولين يحملون حقائب وأوراق: مندوبو شركات ورجال مصارف وسماسرة قدموا من أنحاء العالم لكى يتسولوا بطرق مخزية(٦).**

وعلى نفس السياق، يأتى بحر قزوين الذى تحيط به اليابسة من جميع الجهات كأكبر بحيرات العالم، يصل متوسط أعماقه إلى ٢٥ متراً، وتطل على بحر قزوين خمس

دول هى أذربيجان وروسيا من الغرب وكازاخستان من الشمال والشمال الشرقى وتركمانستان من الشرق وإيران من الجنوب. وتضاف أوزبكستان إلى المنطقة على الرغم من أنها لا تطل بصورة مباشرة على البحر ولكن لعلاقتها الوثيقة بدول المنطقة حيث تقع بين كازاخستان وتركمانستان بالإضافة إلى احتياطياتها الغازية الكبيرة والنفطية المتواضعة نسبياً.

تاريخياً، تعتبر المنطقة الجبلية فى القوقاز الواقعة شرق بحر قزوين من أولى المناطق المعروفة فى إنتاج النفط، سيطرت على المنطقة قوى متعددة على مر السنين، حيث كان النفط الجائزة الثمينة للاحتلال أو الهيمنة، فى القرن التاسع عشر كانت المنافسة ما بين روسيا القيصرية والإمبراطورية البريطانية محتدمة، امتدت لحوالى قرن، للسيطرة على نفط المنطقة والتى سميت فى حينها اللعبة الكبرى، وخلال السنوات الأخيرة من فترة الاتحاد السوفييتى كانت هنالك محاولات لتطوير المصادر الهيدروكربونية لبحر قزوين إلا أن الافتقار إلى التمويل وتدهور البنية التحتية وتقادم التقنيات أدت إلى انخفاض الإنتاج أوائل التسعينات، وبتفكك الاتحاد السوفييتى -فى عام ١٩٩١- برزت المنطقة -بالأخص الجزء البحرى منها- كونها مصدراً واعداً وهاماً فى مجال الطاقة، لتحظى باهتمام عالمى واسع خاصة مع حصول كل من أذربيجان وكازاخستان وتركمانستان وازبكستان على استقلالهم، وفى ظل الافتقار للخبرة وشح التمويل فى تلك الدول(٧)، اقتنصت الدول المستهلكة -بالأخص الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي- الفرصة للدخول إلى تلك المنطقة، وتشجيع شركاتها النفطية ذات الإمكانات التمويلية الهائلة والخبرات التكنولوجية العالية ودعمها للدخول بمشروعات عملاقة لتطوير احتياطيات المنطقة بهدف تنويع مصادر إمدادها بالطاقة وتخفيف درجة اعتمادها على نفط أوبك بصورة عامة والنفط العربى بصورة خاصة، بالإضافة إلى أسباب سياسية واستراتيجية فى ضوء الموقع الاستراتيجى الذى تتمتع به المنطقة.




**شكل (١- ١): خريطة بحر قزوين**

المصدر: السيد علي رجب (فبراير ٢٠٠٨)، «تطور إمدادات بحر قزوين من النفط والغاز الطبيعى وآفاقها المستقبلية»، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، الإدارة الاقتصادية

وبتصاعد أسعار النفط ازداد الاهتمام بتلك المناطق، وتحسنت الجدوى الاقتصادية لمشروعات الاستكشاف والتطوير فى المناطق ذات الظروف الصعبة ليس فقط فى بحر قزوين، بل وفى العالم كرد فعل للقلق العالمى حول مدى إمكانية كفاية الطاقات الإنتاجية العالمية لتلبية الطلب العالمى المتزايد على الطاقة فى المستقبل.

على الجانب الآخر، يقع خط الأنابيب المار عبر بنما خارج حدود القناة، وتحديداً بالقرب من الحدود مع كوستاريكا، ممتداً من ميناء «Charco Azul» على ساحل المحيط الهادى إلى ميناء «Chiriqui Grande» فى منطقة البحر الكاريبي، افتتح خط الأنابيب عام ١٩٨٢ كبديل اقتصادى لقناة بنما بغرض نقل بترول آلاسكا عبر بنما وصولاً إلى موانئ ساحل خليج المكسيك، كما تم نقل أكثر من ٢,٧ مليار برميل بترول خام عبر خط الأنابيب الممتد بطول ١٣٠ كيلو متر، وصلت ذروتها إلى ٨٦٠ ألف برميل يوميا، وقد أغلق خط الأنابيب فى عام ١٩٩٦ بعد انخفاض شحنات النفط المار من آلاسكا إلى ساحل الخليج، ثم أعيد افتتاحة فى نوفمبر ٢٠٠٣ بمتوسط شحن ١٠٠ ألف برميل يوميا.

فمرور خطوط أنابيب النفط بين البلدان المختلفة يعد أحد المؤشرات التى يستدل منها على حال العلاقات الدولية بين طرفى البدء والانتهاء، وكذلك النقاط التى تمر بها، فعبر ذلك الخط تتجسد توازنات العلاقات الدولية المتأرجحة بين نقطتى التعاون والنزاع، وما بينهما من أمور، ونظراً لاستخدام خطوط الأنابيب كناقل رئيسى للنفط ينظر لها كأحد أهم العناصر فى العلاقات الدولية. إن تتبع المسارات الجغرافية لخطوط الأنابيب يعكس المسارات السياسية للعلاقات بين الدول المنتجة (عدد كبير منها ينتمى للبلدان النامية) والدول المستهلكة (ينتمى أكثرها للبلدان المتقدمة الصناعية)، وكذلك الدول التى تعبرها هذه الخطوط.

فخطوط نقل النفط بين دولتين أو أكثر لا تنشأ إلا بحدوث توافق سياسى بين الدول التى يعبرها خط الأنابيب. وبقيام الخط، تظهر الأهمية السياسية لكل طرف يعبره الأنبوب للأطراف الأخرى، مما يشكل عامل ضغط فى أى من الاتجاهين، وقد يؤدى غياب الاستقرار (أو تذبذبه) إلى وقف ضخ الخام فى الأنبوب الذى أصبح شريانا اقتصاديا (حالة التهديد الروسى بوقف إمدادات الغاز لأوكرانيا وبالتالى إلى أوروبا)، أو إيقاف العمل بالخط نهائيا وتحويله للاستخدام الداخلى (حالة خط IPSA العراقى بالأراضى السعودية)، وتبرز قراءة المسارات الجغرافية لخطوط أنابيب النفط فى معظم مناطق العالم جوانب عدة أهمها، أن السياسة قد تقهر الجغرافيا أحيانا، فالرغبة الغربية فى إيجاد بدائل مع/عن نفط الخليج العربى أدت إلى ١٠ سنوات من العمل لإنجاز خط باكو/ تبليسى/جيهان فى ظروف جغرافية صعبة، كما أن أغلب الخطوط تنطلق من بلدان نامية تملك موارد الطاقة -لكنها لا تملك القاعدة الصناعية التى تستهلك تلك الموارد- إلى بلدان صناعية، سواء آسيوية (الهند والصين واليابان) أو أوروبية (دول الاتحاد الأوروبي) ترغب فى تحقيق استقرار للخطوط يضمنون به استمرار تدفق الطاقة إلى شرايين الاقتصاد الصناعي والتجارى.

فروسيا هى المورد الرئيسى للنفط الخام والغاز الطبيعى لأوروبا، لتعمل جميع موانئها وخطوط أنابيبها بكامل طاقتها الاستيعابية، مما يترك بدائل محدودة حال نشوء مشاكل فى مراكز تصدير الوقود الروسى، ومع التغيرات المفاجئة فى أسعار النفط والغاز الطبيعى خلال السنوات القليلة الماضية، قامت شركة ترانسنفت «Transneft» -الشركة المحتكرة لنقل النفط والغاز- بخطوات عديدة لرفع أداء خطوط الأنابيب، مع

التركيز على بناء خطوط جديدة للتصدير بما يتيح زيادة طرق تصدير النفط لمناطق الاستهلاك وتنوعها. ويتم توجيه ما يقرب من ٩٠٪ من صادرات روسيا من الغاز الطبيعى إلى أوروبا عبر أوكرانيا، فى محاولة لتنويع طرق صادراتها وكذلك الوصول إلى أسواق جديدة، وتجتهد روسيا فى توسيع خط أنابيب الغاز الطبيعى فى النظام، فخط أنابيب بلوستريم «Blue Stream» بسعة ٥٦٥ مليار قدم مكعب يعمل كمحور رئيسى للتصدير من روسيا إلى تركيا تم الانتهاء منه فى أكتوبر ٢٠٠٢.

## الطاقة والتسوق

إبان عملى بمكتب الأمم المتحدة بلبنان، وتحديداً فى منظمة الأمم المتحدة للتنمية لدول غرب آسيا، والمعروفة اختصاراً باسم الإسكوا، عقد السيد الأمين التنفيذى للإسكوا اجتماعاً مع فريق عمل الطاقة، بدأه بقوله مداعباً:

«إن أمور الطاقة تبدو شائكة لى على المستوى العائلى، فزوجتى تلاحقنى أسبوعيا بقوائم احتياجات المنزل، معللة أن النقود التى أدفعها لم تعد تكفى لشراء كافة الاحتياجات كما كان يحدث فى الماضى، وعندما سألتها عن السبب قالت، إن أسعار الطاقة هى السبب، فعندما ترتفع أسعار البترول يجن جنون السلع، ..»

تعبر هذه الكلمات التلقائية عن مدى تأثر ميزانياتنا كأفراد بالتغيرات التى تشهدها أسواق الطاقة، وذلك نظرا لاحتواء تكاليف الإنتاج للعمليات الصناعية على قيمة كل من المواد الخام، ومصروفات التشغيل والصيانة، وفاتورة استهلاك الطاقة. ومع هذا تقع كثير من المؤسسات الصناعية فى خطأ دمج تكلفة الطاقة مع تكاليف التشغيل وليس باعتبارها بندا مستقلا بذاته(٨)، هذا مع أن تكاليف الطاقة يمكن أن تصل فى بعض الصناعات إلى حوالى ٧٠٪ من تكاليف الإنتاج، ففى المنتجات الغذائية تبلغ تكلفة الطاقة حوالى ١٠٪، ترتفع إلى ما يقارب ١٢,٥٪ فى النسيج، و٢٥٪ فى صناعة الورق، و٣٠٪ فى الحديد والزجاج، لتصعد إلى ٥٥٪ فى الإسمنت، و٧٠٪ فى صناعة الثلج، وبارتفاع هذه النسب تظهر مدى حساسية تلك المنتجات للتغيرات فى أسعار الطاقة.

ونحن فى هذا القسم لا ندرس أسباب تغير أسعار السلع مثل عناصر الندرة والوفرة، والعرض والطلب، وغير ذلك من العوامل الأخرى، لكننا ننظر فى انعكاس تغير أسعار الطاقة -وتحديداً زيادتها- على أسعار المنتجات إلى الحد الذى قد

يصل بأفراد الطبقة المتوسطة إلى تحويل بعض مشترياتهم من قائمة ضروريات إلى كماليات، فعلى الرغم من أن الطبقة المتوسطة هى المحرك الأساسى للتقدم الاقتصادى، إلا أنها الأكثر عرضه للصدمات الاقتصادية، حيث تتدنى القوة الشرائية للعملة لتضرب قائمة ضروريات الحياة لهذه الطبقة فى مقتل.

وفى هذا الشأن يعبر مؤشر أسعار نفقات الاستهلاك الشخصى عن معدل التضخم الذى يعانى منه المستهلكون عند شراء السلع والخدمات، ويختلف هذا المؤشر قليلاً عن مؤشر أسعار المستهلك فى أنه يحدد السلع والخدمات المستهدفة التى يستهلكها الأفراد، أما الآخر فيعكس تغير الأسعار فى سلع وخدمات المستهلك.

وفى الوقت الراهن، أصبحت الكثير من المجتمعات تعانى من أمراض الاستهلاك المبالغ فيه، إلا أن الكارثة هى تكالب الكثير من المجتمعات النامية على الإسراف، فقد ذكر تقرير أصدره البنك الآسيوى للتنمية(٩) فى نيودلهي، أن الإنفاق الاستهلاكى فى آسيا قد يصل إلى ٣٢ تريليون دولار بحلول عام ٢٠٣٠، بما يمثل ٤٣٪ من الاستهلاك العالمى على مدى السنوات العشرين المقبلة، مع صعود الطبقة المتوسطة فى الاقتصادات سريعة النمو فى الصين والهند لتحل محل الطبقة المتوسطة فى الولايات المتحدة وأوروبا، يأتى هذا فى الوقت الذى يعيش فيه أكثر من ٧٥٪ من أفراد الطبقة المتوسطة بالهند فى ظروف اقتصادية صعبة تتهددهم بالتردى فى براثن الفقر إذا تعرضوا لصدمة اقتصادية تشبه الأزمة المالية التى ضربت العالم فى عام ٢٠٠٨، كما يقدر البنك الإنفاق الاستهلاكى الآسيوى بقرابة ٤,٣ تريليون دولار أى ثلث الإنفاق الاستهلاكى فى دول منظمة التعاون الاقتصادى والتنمية فى عام ٢٠٠٨. إن نحو ٦٠٪ من الإنتاج العالمى لفول الصويا يذهب إلى الصين، ويذهب إليها أيضا ٤٠٪ من القطن، وحوالى ٢٠٪ من الزيوت النباتية، لقد أدى عدم التوازن بين العرض والطلب على الغذاء إلى ارتفاع الأسعار.

لقد أصبح الكثيرون يلهثون خلف الاستهلاك بشتى صنوفه: استهلاك البضائع، السكن الفاخر، والسفر من بلد إلى آخر، وفى إطار هذا كله درج بنو البشر على تجاهل ما يحتمه نمط الحياة من النظر فى استهلاك الطاقة، ويتسم المجتمع الاستهلاكى بوجود كل من المبدأ الاستهلاكى والمبدأ المادى كمظهرين رئيسيين للثقافة المهيمنة، حيث لا يتم الحصول على البضائع والخدمات من أجل إشباع الاحتياجات العامة

فقط، بل ولضمان تميز الهوية والمدلول. لقد كان إنفاق المستهلك وما زال ضلعا رئيسيا فى تفاقم الطلب على الطاقة، ومن ثم الانحدار البيئي، فعلى سبيل المثال تبلغ نفقات الاستهلاك الخاص فى الولايات المتحدة الأمريكية ٧٠٪ من إجمالى الناتج المحلى، مما دعا الكثيرين إلى بذل جهود كبيرة للتصدى للنزعة الاستهلاكية، إنهم ببساطة يدعوننا إلى أسلوب جديد فى الحياة، إنهم يقولون لنا واجهوا الاستهلاك، مارسوا الاكتفاء، اتركوا التقنيات، انضموا إلى يوم بلا تسوق، أفسحوا الطريق من أجل أن تزدهر الطبيعة، اشتروا المنتجات الوطنية، واستعيدوا أوطانكم(١٠).

**برواز رقم (٢):**

**- قدّر تقرير الإيكونومست انتيليجانس يونت أن الإنفاق الاستهلاكى للفرد فى الإمارات قد يصل إلى حوالى ٢٤ ألف دولار سنوياً، لتتصدر الإمارات المرتبة الأولى على مستوى دول الخليج(١١)، وفى المركز التاسع عالمياً من حيث مستوى الفرص السوقية.**

**- يتراوح نصيب الفرد من الاستهلاك الكلى للطاقة فى الدول العربية بين ٧٠ برميل نفط مكافئ سنويا فى المملكة العربية السعودية، إلى ٥ براميل نفط مكافئ يوميا فى مصر، وفى ذلك إشارة للتفاوت الكبير فى استهلاك الطاقة، حيث لا يخفى النهم إليها فى دول الخليج العربى، وخاصة فى قطر والكويت اللتين بلغ معدل نمو استهلاك الطاقة بهما ٦٫٨٪، و٦٫١٪، على الترتيب، فى حين فاق المعدل المسجل فى ليبيا نظيره فى الدول العربية الواقعة فى قارة إفريقيا، حيث سجل ٧٫٥٪ خلال عام ٢٠٠٨.**

**- يعبر مؤشر كثافة الطاقة عن قوة الاقتصاد، حيث يشير إلى مقدار الطاقة المستنفد فى إنتاج ما قيمته ألف دولار، وفى حين تحقق أمريكا ٠٫٢١ طن بترول لكل ألف دولار، تحقق الصين ومصر، ٠٫٢٣ و٠٫٤٩ طن بترول لكل ألف دولار، على الترتيب.**

**- على الرغم من غنى الوطن العربى بموارد الطاقة، يصل نصيب الفرد إلى ١٫٥ طن بترول مكافئ سنويا، فى حين يبلغ فى أوربا وأمريكا ٤ و٧ طن بترول مكافئ سنويا، على الترتيب.**

يتم استخدام الطاقة فى جميع مراحل التعامل مع السلسلة الغذائية، من تصنيع وتسميد وري، وجمع المحاصيل، وأيضا الثروة الحيوانية من خلال الإنتاج والتصنيع

والتعبئة والتغليف وخدمات التوزيع مثل الشحن والتخزين البارد، ويثير الاعتماد على الطاقة فى سلسلة التغذية إلى القلق بشأن تأثير ارتفاع أسعار الطاقة وتقلباتها اليومية على أسعار المواد الغذائية، فضلا عن تحقيق الأمن الغذائي، وتشير الدراسة التى أعدها قسم الزراعة فى مركز البحوث الاقتصادية Economic Research Center بأمريكا، إلى ارتفاع نسبة الطاقة فى سلسلة الغذاء الأمريكية فى عام ٢٠٠٢ بنحو ستة أضعاف ما كانت عليه فى عام ١٩٩٧، ويأتى نصف هذه الزيادة كمحصلة لاستخدام التكنولوجيات الكثيفة الاستخدام للطاقة فى أنحاء الولايات المتحدة فى المراحل المختلفة لمنظومة الغذاء، فى حين يعزى الباقى للنمو السكانى وارتفاع قيمة فاتورة الغذاء للفرد(١٢)، الأمر الذى أدى إلى نمو هذه النسبة من ١٤,٤٪ فى عام ٢٠٠٢ إلى ١٥,٧٪ تقريبا فى عام ٢٠٠٧، بما لا يقتصر فقط على أمريكا بل ويمتد لكثير من الدول فى كافة بقاع المعمورة.

وإذا كانت النسبة على هذا النسق فى الولايات المتحدة الأمريكية، فإن الطاقة المستهلكة فى القطاع المنزلى بكندا بلغت ٢٠٪، يستهلك ٨٥٪ منها فى التدفئة وتسخين المياه. الجدير بالذكر أن استهلاك الطاقة بالقطاعات الصناعية يتراوح بين ٣٠٪ إلى ٤٠٪ فى معظم البلدان الأوربية والآسيوية باستثناء الصين التى يستهلك فيها القطاع الصناعى ٧١٪ من إجمالى الطلب على الطاقة، لتسهم عائدات هذا القطاع بنحو ٤٨٪ من إجمالى الناتج القومى الصيني، أى أن الصين –ببساطة شديدة– تعمل كمصنع(١٣) لتحتل به ثانى أكبر إجمالى ناتج محلى على مستوى العالم وثالث قوة تجارية، لتتفرد بالمحافظة على ٧٪ كمعدل شبه ثابت للنمو الاقتصادى لعدة سنوات على التوالى –فهى أسرع الدول الناهضة تقدما.

إن النسب التى نشير إليها تتحول مباشرة إلى مسحويات تنتقل من رصيد الأسر إلى جانب منتجى الطاقة، لتضع أعباء على ميزانيات هذه الأسر يتزايد ضغطها كلما تحركت أسعار الوقود إلى أعلى. وليس هناك شك فى أن تقلب أسعار الوقود خلال السنوات القليلة الماضية كان سريعا وكثيرا، فمن ٢٨ دولار عام ١٩٩٩، إلى

١٦ دولار مع بداية عام ٢٠٠٠، ثم ٩٠ دولار فى ٢٠٠٧، و١٤٨ دولار فى ٢٠٠٨، ثم تنخفض إلى ما دون ٦٠ دولار بعد ذلك، ثم معاودة الارتفاع وتخطى ١٠٠ دولار مع تباشير عام ٢٠١١. لقد أدت كل هذه التقلبات إلى أسواق غير مستقرة، بائع يدفعه حرصه إلى رفع الأسعار، ومستهلك يوقعه دخله ومستقبل عمله فى اضطراب وقلق بشأن تأمين احتياجاته الأساسية، منكمش بين مطرقة تقلبات الأسعار وسندان احتياجاته الأساسية !!، لقد شهدت العديد من دول العالم اضطرابات عديدة بسبب هذه التأثيرات فثورات الجياع فى فرنسا فى عام ٢٠٠٥، والجزائر أواخر ٢٠١٠، وغيرها من البلدان ما هى إلا أحد ردود الفعل غير المباشرة تجاه تقلبات أسعار السلع تأثراً بأسعار الوقود.

وتشير الفروق بين أنماط الحياة أن معدلات استهلاك موارد مثل النفط والمعادن فى العالم المتقدم، ينتج عنها مخلفات مثل البلاستيكيات، والغازات المسببة للاحتباس الحراري، لا سيما فى أمريكا الشمالية وأوروبا الغربية واليابان وأستراليا، تفوق بمقدار ٣٢ مرة مثيلاتها فى العالم النامي(١٤)، ومن ثم لا تصبح القضية مرتبطة بعدد السكان الهائل فى العالم النامى، والمنخفض فى العالم المتقدم، علما بأن قضية الزيادة السكانية ظلت تتصدر أجندات حوار الدول المتقدمة مع النامية، باعتبارها الخطر الداهم، والتحدى الأعظم للبشرية، مع العلم أن الزيادة السكانية يمثل مشكلة للبلد الذى قد يرى البعض أنه يعانى من زيادة سكانية، لكنه لا يمثل عبئاً مباشراً على الدول الأخرى، وفى الدراسة التى أعدها توم كار(١٥) فى عام ٢٠٠٣ أوضحت النتائج أن أكبر التحديات العشرة التى تواجه عالمنا المتوقع أن يصل عدد سكانه إلى نحو عشرة مليارات فى عام ٢٠٥٠ هى مشكلة الطاقة تليها مشكلة المياه، فى حين تأتى الديمقراطية وزيادة السكان فى المركزين الأخيرين!!.

إن الكثيرين من الأفراد قليلى الاستهلاك يظنون أن التقدم والرفاهية المجتمعية تعتمد على رفع معدلات وأنماط الاستهلاك، يظهر هذا فى معدلات نمو الاستهلاك ببعض الدول الناهضة كالصين التى يبلغ عدد سكانها ١,٣ مليار نسمة، ومع هذا يظل هذا المعدل أدنى من نظيره الأمريكى بنحو إحدى عشرة مرة، وهنا يطرح

التساؤل الصعب: ماذا لو قررت الصين زيادة معدلات استهلاكها إلى نفس المستوى الأمريكى؟!!، إنه يعنى ببساطة مضاعفة معدلات الاستهلاك العالمى، ليصل احتياجنا اليومى من البترول نحو ٢٠٠ مليون برميل، وهو تصور كارثى لا محالة.

## الطاقة والحضارة

يعرف أستاذنا الكبير الدكتور حسين مؤنس الحضارة فى مفهومنا العام، بأنها ثمرة كل جهد يقوم به الإنسان لتحسين ظروف حياته، سواء أكان المجهود المبذول للوصول إلى تلك الثمرة مقصوداً أم غير مقصود، وسواء أكانت الثمرة مادية أم معنوية. وهذا المفهوم للحضارة مرتبط أشد الارتباط بالتاريخ، ولا يستبين المرء القيمة الحقيقية للحضارة إلا إذا جربها وعرف فائدتها، وتعلم كيف يصنعها إذا أراد. فعندما عُثر على رغيفى خبز فى مقابر الفراعنة، عرفنا أن وراء هذين الرغيفين تاريخاً طويلاً، مر بالزراعة، والحصاد، والتخزين، والطحن، ثم استخدام النار لإنضاج العجين(١٦).

عندما ننظر فى الحضارات القديمة وما وصلت إليه من مجد وما تركته من آثار خالدة على مر السنين، عندما نتفحص هذه العمارة والكتل الصخرية التى تم رفعها فى نظام محكم، بعضها فوق بعض مكونة الأهرامات الثلاثة فى الجيزة بمصر، فالهرم الأكبر يزن ستة ملايين وخمسمائة ألف طن، ومكون من أحجار تزن أدناها اثنى عشر طناً تقريبا، وهذه الأحجار محكمة الرص والضبط إلى حد نصف المليمتر.

إن التمعن فى هذه الأرقام -دون دخول فى مزيد من التفاصيل الأعقد- يدعونا إلى التفكير فى وسائل نقل هذه الأحجار وكيفية رفعها ورصها حتى تبلغ هذا الارتفاع الشاهق -ارتفاع الهرم الأكبر حوالى ١٤٤ متر- والدقة المتناهية فى ضبطها فوق بعضها البعض، ومقدار الطاقة اللازمة لرفع مثل هذه الأحجار، إن تنظيم عمل آلاف الأفراد فى بناء الهرم أو نحت المقابر الملكية بالبر الغربى من الأقصر، سواء وادى الملكات أو وادى الملوك وغيرها، يجعلنا نقف مشدوهين أمام هذا الإبداع، الذى يتطلب -فى الوقت الراهن- معدات وتخطيطاً وتنظيماً متناهى الدقة مع شك المرء فى أن يخرج ما يقوم به مشابهاً ودقيقاً لما أعده أسلافنا القدماء.

لقد مرت رحلة الإنسان على كوكب الأرض بمراحل متعددة من التعامل مع صور

الطاقة بدءاً من النار ومروراً بالخشب، والفحم، والطاقة المائية، والبترول، فالطاقة الحرارية والكهربائية، حتى بلغت أخيراً الطاقة النووية متبوعة بأنواع أخرى مازالت فى طور النمو مثل الوقود الحيوى، والطاقة الشمسية، وغيرها آملاً أن يجد ضالته التى تكفيه احتياجاته.

إن أى مصدر للطاقة يجرى استحداثه يحتاج إلى توافر ثلاثة معايير رئيسية، أولا: الإتاحية والوفرة بما يضمن استخدامه لمدد طويلة تسمح بإجراء تحول نوعى، ويقصد بالتحول النوعى أن يسهم مصدر الطاقة فى تلبية الاحتياجات التى تتطلبها تكنولوجيات بعينها بما يحقق طفرة اقتصادية وخدمية فى الوسط المستخدم فيه هذه التكنولوجيا. ثانيا، الاعتماد عليه فى مواجهة الطلب على الطاقة وقت الحاجة، وتفادى قصور الإمدادات التى تربك جانب الطلب، ثالثا: يسر الحصول عليه بتكلفة اقتصادية تسمح لفئات عريضة من المستهلكين بالاستفادة منها.

بحلول عام ١٧٠٠ ميلادية شهدت الحضارة الغربية تقدما جوهريا فى اتجاه تسخير الموارد الطبيعية للطاقة، ومع هذا ظلت القوة العضلية للبشر والحيوانات هى المهيمنة على التطبيقات الزراعية والصناعية، ليطلق عليه مسمى مجتمع الطاقة المنخفضة «Low Energy Society» المستخدمة فى جميع الأغراض العملية (١٧)، إذ يعتمد هذا المجتمع بشكل رئيسى على القدرة الحيوانية لتحويل الطاقة، واستخدام الطاقة المنتجة فى أقرب الأماكن إلى مصدرها، وتتميز مثل هذه المجتمعات بدرجة عالية من الاستقرار الاجتماعى ومقاومة التغيير.

ومع مرور التقنيات بمراحل تطور متعددة، انتقل الإنسان إلى المجتمع عالى الطاقة «High Energy Society» المعتمد على المحركات سواء البخارية أو ذات الاحتراق الداخلى، هذا إلى جانب التقدم فى تصنيع توربينات الرياح، وتشير الكثير من الأدبيات إلى أن التصنيع كان قادراً على تحقيق خطوات كبيرة اعتماداً على توربينات الرياح والماء تسمح بتحويل المجتمع الأوربى إلى مجتمع عالى الطاقة، إلا أن القرن السابع عشر الذى شهد المقدمات الأولى للعلم الحديث، أدى إلى محاولات

الإنسان التماس سبل تحقق له نمواً أسرع وإنتاجية أكبر، وقد حدث هذا مع ظهور اكتشافين هامين، الأول: أن للغلاف الجوى وزنا يتغير بتغير الارتفاع عن سطح البحر. وثانيهما: إمكانية إيجاد فراغ جزئى سواء عن طريق مضخة هواء تفرغ الهواء بقوة، أو عن طريق تكثيف البخار داخل وعاء مغلق، ليظهر أول محرك بخارى فى منطقة دادلى وسط إنجلترا على يد توماس نيوكومن، مر بعدها المحرك بمراحل تطور كبيرة أبرزها ما قدمه جيمس وات(*) -الذى كان يمتلك عدداً من الجينات الرائعة- من إمكانية تمدد البخار، ليحصل على براءة اختراعه عام ١٧٦٩، كما استطاع وات خلال الخمسة وعشرين عاما التالية تطوير محركه بالتزامن مع استطاعته السيطرة على بخار ذى ضغط مرتفع.

تحقق للمحرك البخارى الهيمنة على كل جوانب الصناعة والنقل خلال القرن التاسع عشر، أخذا فى الاعتبار مراحل التطور التى مر بها انتهاء بظهور محرك الاحتراق الداخلى، إلى أن ظهرت الكهرباء التى بدت أكثر يسرا على نطاق واسع لتكسر معها احتكار المحرك البخارى فى الصناعة والنقل ولتثبت الكهرباء تفوقا وتميزا فى العديد من المجالات الأخرى، ومع خضوع الظواهر الكهربائية للدراسة منذ القِدم، إلا أن علم الكهرباء لم يشهد أى تقدم حتى القرنين السابع عشر والثامن عشر. وعلى الرغم من ذلك، فقد ظلت التطبيقات العملية المتعلقة بالكهرباء قليلة العدد، ولم يتمكن المهندسون من تطبيق علم الكهرباء فى الحقل الصناعى والاستخدامات السكنية إلا فى أواخر القرن التاسع عشر. وقد أدى التقدم السريع فى تكنولوجيا الكهرباء منذ ذلك الوقت إلى إحداث تغييرات فى المجال الصناعى وفى المجتمع أيضًا، كما أن الاستخدامات المتعددة والمذهلة للكهرباء كمصدر من مصادر الطاقة أظهر إمكانية استخدامها فى عدد لا نهائى من التطبيقات مثل المواصلات والتدفئة والإضاءة والاتصالات وغيرها.

---

(١) جيمس وات، مخترع اسكتلندى ولد عام ١٧٣٦، اخترع فى عام ١٧٦٩ آلة بخارية مُطورة تدير مضخة لنزح المياه من مناجم الفحم فى انجلترا، يعتبر جيمس وات رائد الثورة الصناعية، كما أنه أول من عَرّف القدرة بوحدة الحصان، مبينا أنها تكافئ الشغل اللازم لرفع ثقل مقداره ألف رطل ارتفاعا قدره ٣٣ قدماً فى زمن مقداره دقيقة واحدة، وقد توفى جيمس وات فى عام ١٨١٩.

فأساس المجتمع الصناعى الحديث يعتمد على استخدام الطاقة الكهربائية، ويمكن التكهن بأن الاعتماد على الطاقة الكهربائية سيستمر فى المستقبل ولكن من مصادر مختلفة غير التى تعودنا عليها الآن، فنحن نحصل على القسط الأعظم منها من المحطات الحرارية بأنواعها، إلى جانب مشاركة الطاقة المائية والنووية، وجزء يسير من طاقة الرياح والطاقة الشمسية.

ويمكن تبسيط نظرية إنتاج الكهرباء من محطات القوى على النحو التالى: تحتوى المحطات على غلايات ضخمة تُستخدم فى تحويل الماء إلى بخار من خلال الحرارة المتولدة من حرق الوقود، وتشبه الغلاية براد الشاى الموضوع على النار، فعندما يغلى الماء يبدأ البخار فى الخروج من الفتحة الموجودة فى مقدمة البراد، وما يحدث فى الغلاية هو توجيه البخار فى أنابيب صوب توربينة «Turbine». فى معظم الغلايات يستخدم الفحم والغاز الطبيعى وزيت البترول فى الحصول على حرارة يكون الغرض منها تسخين المواسير التى تحتوى على الماء والذى ترتفع درجة حرارته ليغلى عند ١٠٠ درجة مئوية ثم يتحول إلى بخار بعد ذلك.

يوجه البخار الخارج من التوربينة إلى برج تبريد «Cooling Tower» بغرض خفض درجة حرارة البخار إلى ما دون درجة الغليان ومن ثم تكثيفه، وما إن يصطدم الهواء الجوى البارد بمواسير البخار الساخنة داخل برج التبريد حتى يتحول جزء من بخار الماء الموجود فى الهواء إلى بخار كنتيجة لارتفاع درجة حرارة المواسير ثم يخرج من أعلى برج التبريد كسحب بيضاء كتلك التى نراها تعلو أبراج التبريد الموجودة بمحطات القوى الكهربية، وهذه السحب ليست دخانا إنما بخار ماء، والبخار الذى يتصاعد من أبراج التبريد ليس البخار المستخدم داخل التوربينة، فالبخار الذى تم تبريده يتكاثف داخل المواسير -يتحول إلى ماء - يعاد مرة أخرى إلى الغلاية للتسخين ومن ثم يتحول إلى بخار وليمر بنفس المراحل السابقة، ويستمر تكرار هذا الإجراء طالما أن محطة القوى تعمل.

تستخدم محطات القوى العديد من أنواع الوقود بغرض إنتاج البخار فهناك

محطات تستخدم الغاز الطبيعى وأخرى تستخدم زيت البترول أو الفحم. فى حين تستخدم محطات القوى النووية «Nuclear Power Plants» الطاقة النووية لتسخين الماء وبالتالى لإنتاج الكهرباء، لتأتى المرحلة التالية لإنتاج الكهرباء من محطات القوي، ألا وهى توزيعها وتوصيلها إلى المستخدمين الذين ينتشرون فى المدن والقرى وغيرها من مناطق الاستهلاك مثل المصانع والمستشفيات، وكلما زادت سعة المحطة أمكن الحصول على كهرباء أكثر.

كانت حاجة الإنسان الأساسية لمصدر ضوئى آمن وقادر على التحمل، الدافع وراء التطور الذى حدث فى أنظمة الطاقة والقدرة الكهربائية التى صارت اليوم ممتدة عبر القارات، وقد ظل ضوء الغاز وسيلة الإضاءة السائدة حتى منتصف القرن التاسع عشر، ولكنه لم يكن آمناً ولا عملياً بدرجة كافية.

وقد أثمرت عبقرية إديسون الخلاقة المصباح الكهربائى المتوهج الضوء الحاجة لنظام إمداد كهربائي، وفى عام ١٨٨٠ خرجت للوجود أولى شركات الإضاءة الكهربائية، التى كان أشهرها نظام شارع بيرل الذى بناه إديسون لإمداد حى مانهاتن فى مدينة نيويورك بالقدرة الكهربائية اللازمة لسريان التيار المستمر، الذى استخدم مولدات تعمل بالبخار، تلى ذلك توصيل الكهرباء للمستهلكين بمد كابلات تحت الأرض، ولم ينقطع التيار الكهربائى لهذا النظام إلا مرة واحدة لمدة ثلاث ساعات خلال الأعوام الثمانية الأولى لتشغيله، وبذلك يثبت جدارته بأن يُعوّل عليه إلى مستوى قياسى فى مجال إنتاج واستخدام الكهرباء طوال تاريخها.

عندما أسس إديسون شركة جنرال إليكتريك عام ١٨٧٨، أدرك أنه لكى يبيع الكهرباء فإن عليه أن يوضح قيمتها للمستهلكين، أى أن يروج فكرة أن الضوء يمكن أن يغمر البيت نهارا أو ليلا بمجرد ضغطه على مفتاح، لقد ألهب إديسون خيال الجمهور العام بالوعد الذى مفاده أن الإضاءة الكهربائية يمكن أن تصبح رخيصة، لدرجة أن الأغنياء وحدهم سيكونون القادرين فقط على شراء الشموع(١٨).

ووجدت الكهرباء مكانا لها فى أغلب المنازل كأداة لتوفير الإضاءة، لكن عددا

من التطبيقات الأخرى سرعان ما تمت إضافتها، فأدخلت شركة هوفر تحسينات كبيرة على المكانس الكهربائية الأولى، وانتشرت أجهزة الطبخ الكهربائية، وسرعان ما ظهرت الثلاجات، والغسالات، والمكواة، ومجففات الشعر، وأصبحت الكهرباء أحد أساسيات منازلنا.

تطورت شركات الإضاءة الكهربائية تطوراً سريعاً فى أوربا وأمريكا خلال العقد الأول من عصر الكهرباء، ثم ظهر اختراع محرك الحث الذاتى الذى يعمل بالتيار المتردد فى العقد الأخير من القرن التاسع عشر، وبدأت تظهر أنظمة القدرة الكهربائية بشكلها المتطور، وفى عام ١٨٩٦ تم تشغيل أول مولدين وخط نقل فى بفالو بمدينة نيويورك، بنظام كهربائى بثلاثة أطوار وتردد ٢٥ هرتز، ثم أصبح محرك الحث الذاتى الكهربائى المطور الجهاز السائد الذى رُكب فيما بعد فى أغلب الأدوات المنزلية التى تحتاج إلى طاقة، وفى العقود التالية تلى اختراع المصابيح والمحركات آلاف الأجهزة الكهربائية التى أصبحت، مجتمعة، تمثل الأحمال فى أنظمة القدرة.

ومع تطور صور إنتاج الطاقة، تطورت وسائل النقل لتواكب الزيادة الملحوظة فى عدد السكان والحاجة إلى التنقل فى أرجاء المعمورة فى وقت قصير، فظهر النقل البرى متحولا من النقل على ظهور الدواب إلى السيارات والسكك الحديدية التى يتجاوز طولها ١,٢ مليون كيلو متر عالميا، وترجع الأهمية الخاصة للنقل البرى إلى المساحات الشاسعة وتلاصق الحدود الجغرافية، أما النقل البحرى فيلعب دوراً أساسيا فى خدمة التجارة الدولية، حيث ينقل البترول ومشتقاته، والخامات الحديدية والفحم والحبوب والأخشاب وغيرها، أما النقل الجوى فتتزايد أهميتة يوما بعد يوم حيث يتم نقل ٣٧ مليون طن سنويا من البضائع جويا.

وغنى عن الذكر أن كافة القطاعات التى ذكرناها تستهلك مصادر عديدة من الطاقة، حيث تتوزع الاستهلاكات على القطاعات المختلفة وإن اختلفت من دولة لأخرى، فالقطاع الصناعى يتراوح استهلاكه بين ٣١٪ إلى ٣٤٪ فى كل من البلدان النامية والمتقدمة، فى حين يستهلك النقل البرى فى الدول النامية حوالى ٢٥٪ من

استهلاكات الطاقة، وهى نسبة مرتفعة جداً إذا قورنت بنظيرتها فى الدول المتقدمة التى تستهلك تقريبا نصف ما تستهلكة الدول النامية، وينطبق نفس التوجه على قطاعات النقل الأخرى -البحرى والجوى- حيث تستهلك فى الدول المتقدمة حوالى ٣,٥٪ من الطاقة، و٦,٥٪ فى الدول النامية، أما القطاع التجارى فتصل استهلاكات الطاقة فيه إلى ٤٠٪ من استهلاكات الدول النامية التى بلغت ١٠,٧٪، ويعد القطاع المنزلى فى الدول المتقدمة مستهلكاً رئيسياً للطاقة حيث يسجل ٣٦٪ لكنه فى الدول النامية يتأرجح حول ٢٠٪ فقط، ويتبقى بعد ذلك القطاع الزراعى الذى تتقارب فيه الاستهلاكات فى كلتا الحالتين، حوالى ٣٪.

لقد خطت الحضارة خطوات فارقة فى سنوات قليلة وذلك بفضل الابتكارات الصناعية العديدة التى لا تتناول من الغذاء سوى الطاقة فى صورها العديدة، زيت لزج ملوث للبيئة، أو فحم أشد تلويثا، أو غاز متطاير، أو كهرباء جاءت من مصادر عدة !!.

## الطاقة والسياسة

فى قاعة الدرس بجامعة يل الأمريكية يستهل بول كينيدى عالم التاريخ محاضراته فى الاستراتيجية باستعراض القوى البحرية العظمى فى عالم اليوم ويعقد مقارنات دائمة عما وصلت إليه قوة الأساطيل البحرية الأمريكية وما يحاول الآخرون الوصول إليه باعتبار القوى البحرية العنصر الرئيسى فى تحديد مستقبل قوة الأمم حتى فى ظل التغيرات الهائلة التى طرأت على العالم وعناصر القوة الاقتصادية والمالية والتكنولوجية التى تحدد مسافة السبق بين الدول الكبري. ويمضى كينيدى فى شرح وجهة نظره قائلا:

«إن الإنفاق على القوة العسكرية فى أعالى البحار امتياز أمريكى لا تستطيع أية دولة أخرى أن تنافسها فيه فلا توجد القوى التى يمكنها تحمل تكاليف ١١ حاملة طائرات عملاقة مثلما هو الحال مع الولايات المتحدة، ومتى ظهرت القوى التى يمكنها الإنفاق على تلك الحاملات والأساطيل ستكون الزعامة الأمريكية فى خطرا(١٩)».

وفى حين تعتبر الولايات المتحدة ودول أخرى بحر الصين الجنوبى ممرا دوليا تراه الصين مصلحة وطنية رئيسية، مما دعا الخبير روبرت كابلان فى كتاب له عن مستقبل القوة الأمريكية فى المحيط الهندى إلى القول:

«إن الصين تسعى للسيطرة على بحر الصين الجنوبى لتكون القوة المهيمنة فى جزء كبير من نصف الكرة الشرقى حيث يعد هذا البحر كطريق حيوى لمعظم حركة التجارة فى آسيا ونقل احتياجاتها من الطاقة»

ومن التفسيرات الأخرى لأولوية المناطق المتاخمة لإنتاج البترول والغاز فى رسم السياسة الأمريكية أن التقسيمات القديمة فى طريقها للزوال وأن إيران مع العالم العربى أصبحا امتدادا لشرق وجنوب شرق آسيا فيما يتعلق بإمدادات الطاقة التى تشهد نموا هائلا فى الاقتصاديات الآسيوية.

بدأت الإدارة الأمريكية سياستها النفطية الجديدة باستغلال حالة الجمود والتصلب المتمثلة بفساد الطبقة السياسية فى العديد من دول الشرق الأوسط، والتخوف المزدوج من ظهور حركات أصولية متشددة، وظهور لاعبين جدد على ضوء تسارع معدلات النمو والانتعاش الاقتصادى فى كل من الصين والهند، إضافة إلى اللاعب الروسى الحاضر دوماً على الساحة، ومقيما علاقات جيدة مع دول آسيا الوسطى، والساعى لأن يكون له موطئ قدم فى الشرق الأوسط عبر إعادة إحياء مصالحه النفطية السابقة، التى سار عليها إبان الحقبة السوفييتية، حتى فى عراق اليوم رغم معارضته للاحتلال، سرعان ما فتح النفط العراقى شهية مصالحه، حينما منحه الرئيس العراقى جلال الطالبانى فى عام ٢٠٠٥، عقداً نفطياً برعاية أمريكية، جرت فى أروقة الجمعية العامة للأمم المتحدة، مقابل اقتناع روسيا بإحالة ملف إيران النووى إلى مجلس الأمن الدولى إن طُلب منها ذلك، كورقة ضغط على طهران ووسيلة لإغراء موسكو بإعادة تفعيل علاقاتها الدبلوماسية مع العراق(٢٠).

وقد تراوحت الخيارات الأمريكية بين الهيمنة الاقتصادية واللجوء إلى الخيار العسكرى أحادى الجانب، الذى استخدمته فى العراق تحت نواياها النفطية المبيتة

لتستشرف مرحلة جديدة من الصراع فى محاربة ما تسميه بالإرهاب، مروجة أنها حال انتصرت وأزاحت قوى بعينها عن الساحة فسرعان ما سيجنى الجميع ثمار غرس قيم الديمقراطية –التى لا يخفى على أحد اختلاطها برائحة مصالح شركاتها النفطية الكبرى.

أيضا، لم يكن الحضور الأمريكى القوى فى جنوب السودان قبل وبعد وأثناء الاستفتاء على الخطوة الأخيرة فى عملية الانفصال عن الشمال، والتحذيرات والإغراءات التى أخذ يطلقها جون كيرى رئيس لجنة الشئون الخارجية فى مجلس الشيوخ الأمريكى، يعاونه فريق كبير من الخبراء والناشطين، غير مؤشر على بداية الصراع المنتظر بين أمريكا والصين على المخزون الهائل من النفط فى الجنوب، والذى يقدر حجم احتياطياته المؤكدة بخمسة مليارات طن طبقا لتقديرات الخبراء. ولم يكن هذا الصراع وليد اليوم، فقد بدأ السباق على استكشاف النفط فى الجنوب بين شركات البترول الغربية: إيطالية وفرنسية وأمريكية منذ عام ١٩٥٩، ولكن المعارك التى نشبت فى دارفور، ثم بين الخرطوم والجيش الشعبى فى الجنوب حالت دون استمرار هذه الشركات فى محاولاتها، بينما نجحت الصين فى وضع أقدامها بالاتفاق مع الخرطوم(٢١)، واستحوذت الشركات الصينية بمرور الوقت على نسبة كبيرة من حقوق التنقيب بالإضافة إلى شركات ماليزية وهندية وإندونيسية وبعض شركات عربية صغيرة. وبينما كانت الدول الغربية تعمل على عرقلة عمليات الاستكشاف والتنقيب من جانب الدول الأخرى، كانت الصين قد توصلت مع الخرطوم إلى عقود مكنتها من الهيمنة على نصف نفط الجنوب الذى يشكل ٨٥٪ من النفط فى السودان.

يعتمد اقتصاد جنوب السودان كلية على البترول، فنحو ٩٨٪ من العائدات المالية تأتى من النفط –أحد المحركات الرئيسية للاقتصاد السودانى بأكمله– مما يعقد العلاقة بين الشمال والجنوب، وتعد منطقة إبيى المتنازع عليها لب الخلاف بين الجبهتين حيث تتركز فيها حقول النفط. فما أن صرح الرئيس السودانى أن أي مفاوضات بشأن ضم إبيى إلى الجنوب السودانى تعنى ضرب جهود التقسيم فى مقتل، حتى سارعت الدول الأوربية وأمريكا للإعلان بأن هذا التصريح من الرئيس السودانى يعنى تراجعه

عن التقسيم، شئ من هذا القبيل يجعلنا ننظر بعين فاحصة إلى أن ثروات أممنا ودولنا هى المحك الرئيسى فى تحديد ورسم العلاقة بين الدول المتقدمة القوية ونحن الضعفاء، على نحو آخر يحتاج جنوب السودان إلى تنمية عاجلة لتنمية كفاءة توليد الطاقة لتعتمد الآن على محطات توليد الكهرباء التى تستخدم وقود الديزل، فضلاً عن امتلاك منطقة الجنوب إمكانات كبيرة للطاقة الكهرومائية(٢٢).

إن غزو أفغانستان لم يكن رد فعل تلقائيا لهجمات ١١ سبتمبر ٢٠٠١، فقد كانت خطط العمليات والتحضيرات العسكرية مجهزة من قبل وتنتظر فقط إشارة البدء، فغزو أفغانستان كان مقرراً من قبل لكنه كان ينتظر المبرر (المقنع) لتنفيذه(٢٣)، فإلى جانب الثروات البترولية التى تتمتع بها منطقة أوراسيا التى تحتضن بحر قزوين، تأتى لعبة الشطرنج فى إيجاد مواضع مختلفة للقوة العسكرية الأمريكية فى أفغانستان تمكنها من السيطرة الأمنية على المنطقة وتساعدها فى استيعاب الفراغ السياسى الناتج عن انهيار الاتحاد السوفييتى والكتلة الشرقية فى ذلك الوقت، كل هذا يعطى لأمريكا اليد العليا فى صادرات النفط والغاز فى أوراسيا وأيضا طرق ومعابر هذه الصادرات إلى الخارج.

من جهة أخرى، فإن ما يحدث فى شمال إفريقيا الآن، وتحديدا فى ليبيا التى تمتلك ثروة نفطية هائلة، أشرفت أمريكا على إخراج المشهد السياسى بحيث يمكّنها من وضع أقدامها على الأرض الليبية، التى تحولت إلى مسرح للصراع بين أبناء الوطن الواحد، بين أفراد شعب يرى ضرورة تغيير قيادته، وأن هذه القيادة أساءت إليه وأفسدت فى الأرض وعتت عتوا كبيرا، وبين نظام مستبد وجد أنه يمتلك من السلاح ما يمكنه من الدفاع عن نفسه ومن البقاء على الأرض الليبية أطول فترة ممكنة، يتكشف بعدها الأمر إما عودة النظام القديم للساحة محكما قبضته على البلاد، وهذا هو هدفه الأول، أو مغادرته البلاد بعد أن يتركها قاعا صفصفا لا ترى فيها عوجا ولا أمتا، ساعدت أمريكا على إخراج المشهد بشكل يدل على حنكة وسابق خبرة فى إيجاد المبررات اللازمة لوضع أقدامها فى أراضى الدول الأضعف، الدول

التى أنهكها قادتها والجهل والمرض، فقد دعت القذافى إلى الرحيل عن ليبيا، فألهب ذلك حماسة الليبيين فى أن الثمرة تكاد تسقط، وأشعل هذا -أيضا- جنون القذافى فتمادى فى بطشه، وتدخلت قطاعات من الجيش فى صف أبناء الشعب وأخرى فى صف النظام، وبدأت معارك تكسير العظام الليبية بأيد الليبيين أنفسهم، فصاروا يخربون بيوتهم بأيديهم دون أن يعتبر أولو الأبصار، ثم بدأت حملات الإدانة فى المحافل الدولية، وسيناريوهات إنهاء الصراع، وتعالت الأصوات من الداخل أنقذونا، وصارت شاشات التليفزيون تعرض أخبار الانتصارات الزائفة التى تحققها فئة ليبية على أخرى، ومشاهد مئات القتلى والجرحى، ونداءات الاستغاثة، وتحريك القوى العظمى لقواتها بناء على القرارات الدولية التى تسمح بأن يتفرق الدم الليبيى بين القبائل، كل هذه الأمور ما كانت لتتم إلا من أجل ملء صهاريج الوقود الغربى بالنفط الليبى التى يراق بالقرب منها الدم الليبى!!.

### الطاقة وجودة الحياة

يعد الاهتمام بنوعية الحياة وجودتها أمراً حديثاً نسبيا، وقد يكون مصدر ذلك الاهتمام القناعة بأن نوعية الحياة ليست بالضرورة ناجمة عن أو متماشية مع التقدم الاقتصادى أو التقنى، فهى تعبير ذاتى عن رفاهية الفرد أو شعوره بالرفاه، وقد تعبر عن جملة من الرغبات يسعد الإنسان بتحققها، آخذاً فى الاعتبار صعوبة أن يصل الإنسان إلى الرضا الكامل عن حياته أو إشباعه لرغباته.

وقد يستعمل مفهوم نوعية الحياة عموما بشكل يغطى مفاهيم الأمن والسلام، وتكافؤ الفرص، وهى مشكلات يصعب قياسها، مما يتطلب إسهامات من علماء متخصصين فى فروع مختلفة كالصحة، والتغذية، والتعليم، والهندسة، والاجتماع وغيرها، ويعد مقياس جودة الحياة المنظور الأعلى لدرجة نوعية الحياة ومشكلات البيئة بين طغيان الحضور البشرى ومعطيات المكان.

والطاقة أحد العناصر الحاكمة فى قياس مستوى جودة الحياة، فقلة إنتاجها، وانخفاض جودتها (تكرار انقطاعها، وعدم وصولها بالقدرات المطلوبة لمناطق

الاستهلاك في الوقت المناسب، وانخفاض الجهد، ... إلخ)، ومحدودية الحصول عليها، تقلل من مستوى جودة الحياة التى قد يطمح إليها الكثير من الأفراد، وبالنظر إلى تاريخ الكهرباء نجد أنها قادت قطاعى الصناعة والاتصالات وغيرها إلى طفرات عديدة، فهى الآن عماد الاقتصاد الإليكترونى، أو ما يمكن تسميته اقتصاد دوت كوم، وأيضا الصحة العامة والأمان، باختصار إن الكهرباء هى نظام إمدادنا الحرج بالطاقة الذى يقود محركات الدول صوب التقدم والرفاه.

عند مشاهدتى لأحد الأفلام أو المسلسلات التاريخية التى تعرض لفترات تاريخية قديمة تبعد عنا مئات السنين، يسترعى انتباهى الخادمان الأسمران اللذان يقفان عن يمين وشمال الملك، أو الأمير، يحركان فى هدوء وسكينة مراوح صنعت من ريش الطيور، تذب عنه ما يطير من حشرات، وتهيئ له مناخاً يحفه النسيم، وأتساءل كيف كان نظراؤهم فى الماضى يعيشون، ما الذى يمكن أن يفعله أحدهم إذا كلّت ذراعه؟، أو إذا أراد قضاء حاجته؟، وغير ذلك من الأسئلة كثير، لقد أتاحت لنا الأجهزة الحديثة خدماً من معادن وبلاستيك تغنينا عن هذين العبدين البائسين، وتعطى كلاً منا مطلق الحرية فى تحديد درجة الحرارة التى يرغب فى الحصول عليها، ويشعر معها بالراحة من خلال أجهزة التكييف، مع ضمان عدم شكوى أولئك الخدم أو تبرمهم.

لقد منحتنا التكنولوجيات الحديثة عبيداً وخدماً رهن طاعتنا يفوقون أولئك الذين كانوا يخدمون السادة منذ قرون عدة وقت كان الرق مباحاً، أجهزة الميكروويف ومحمصات الخبز وماكينات إعداد القهوة السريعة، وسخانات المياه، ومجففات الشعر، والغسالات الآلية، وأجهزة التواصل المرئى والمسموع، وغيرها مما تزخر به المنازل الحديثة ما هى إلا عبيد وخدم أهلتهم التكنولوجيات الحديثة وثورة المعلومات لخدمتنا وتلبية طلباتنا شريطة حصولهم على الغذاء الرئيسي، ألا وهو الطاقة، فبدونها يتحول الخدم الآليون إلى أصنام لا تضر ولا تنفع، إن كم الكتب التى يمكن أن نتداولها يوميا عبر البريد الإليكترونى تفوق عشرات المرات ما أنتجته البشرية فى كثير من العقود القديمة، فبضغطة أصبع واحدة يمكننا إيقاظ الناسخ ليبدأ فى طباعة كتبنا

وأوراقنا، دونما تذمر أو تأفف منه، ودون مكابدة مشقة استضافته أو تدبير محل إقامة له، ودفع أجر شهرى !!.

ومع أن الأماكن التى نبذل الكثير من المال فى تهيئتها لإقامتنا أو لأداء أعمالنا تبدو للوهلة الأولى محببة إلينا ويطيب لنا المقام فيها، إلا أننا ما نلبث أن نهجرها بحثا عن مساحات أكبر تستوعب خدماً أكثر، يستهلكون مصادر الطاقة فى نهم !!.

وتبين الدراسات أن البلدان التى شهدت زيادات ملحوظة فى الدخل، شهدت فى الوقت ذاته زيادات واضحة فى معدلات الرضا عن الحياة. والواقع أن الدول متوسطة الدخل كانت هى المجموعة الأعلى تمتعاً بارتفاع معدلات النمو الاقتصادى خلال السنوات القليلة الماضية، إضافة إلى أن مستويات رفاه الأفراد فيها ارتفعت بشكل فاق ما تحقق لدى بقية مجموعات دول العالم، وتتضمن هذه المجموعة عدداً من دول أوروبا الشرقية، بالإضافة إلى دول أخرى مثل الأرجنتين التى نهضت بصورة قوية من أزمة اقتصادية طاحنة حلت بها فى أوائل هذا العقد. أما فى البلدان الغنية مثل الولايات المتحدة، ودول أوروبا الغربية، وكندا فيبدى الناس رضاً نسبياً عن حياتهم، فقد أعرب ٧١٪ من الكنديين عن أن ذلك المستوى يزيد على سبع نقاط فى مؤشر يتكون من صفر إلى عشر نقاط، مقابل نسبة من الإسبان بلغت ٦٦٪، ونسبة من الأمريكيين بلغت ٦٥٪، مقابل ٤٣٪ لليابانيين، و ٤٨٪ للألمان. أما أقل مستويات الرضا عن المعيشة، فقد تم تسجيلها فى القارة الإفريقية، حيث إن ١٠٪ من التنزانيين، و٧٪ من الأوغنديين، يصنفون مستوى معيشتهم عند ٧ نقاط أو ما يزيد على ذلك، لتظل الشعوب الإفريقية فى قاع القائمة بالنسبة إلى شعوب العالم فيما يتعلق بنظرتها إلى مستوى معيشتها(٢٤).

يذكر بيل جيتس فى كتابه «المعلوماتية بعد الإنترنت»، أنه فى أواخر عام ١٩٨٠ أخذ يبحث عن منزل تتوافر فيه تكنولوجيا متقدمة وعالية المستوى، لكن بطريقة غير لافتة للنظر تشى بأن التكنولوجيا هى الخادم وليست السيد، فتقسيم منزل بيل من الداخل يوحى بوجود العديد من الخدم الإلكترونيين المسئولين عن تنظيم حياته، بدءاً من ضبط درجة حرارة مياه حمام الصباح، مروراً بالصحفى الإلكترونى المسئول عن

تجميع الأخبار التى تقع فى اهتمام السيد بيل وعرضها عليه مع الفطور(٢٥)، إلى الثلاجات التى تتصل بمحلات البقالة ذاتيا لطلب ما يلزم المنزل من مأكولات ومعلبات، ومتطلبات العمل من أجهزة حاسبات وطابعات وغيرها، وانتهاءً بالكتاب الإلكترونى الذى يقرأ منه روايات شكسبير قبل أن يخلد للنوم، كل هذا الجيش من الخدم الإلكترونيين الذين يفعلون ما يؤمرون، يتغذون على الطاقة والطاقة فقط!!.

وكلما تقدمت التكنولوجيا أطلق الإنسان العنان لخياله، باحثا عن خدم ذوى قدرات برمجية تمكنهم من التعرف على الطعام الموضوع فى أوانى الطبخ، وما يحتاجه من حرارة تكفى لطهوه وتتلافى حرقه، وأخرى تتعرف على مستوى اتساخ الملابس وأى برنامج غسيل يناسبها، بل يصل الأمر بأن تحس النوافذ المطر فتغلق زجاجها آليا، وفى أوقات الصحو تسمح لضوء الشمس أن يتمدد على أرضية الغرفة وحوائطها مع خفض الإضاءة الصناعية ذاتيا، وغير ذلك من الأفكار كثير.

وعلى ذكر الخدم الإلكترونيين، تعرضت الكثير من الأدبيات وأفلام السينما إلى التقدم الذى يمكن أن نصل إليه فى المستقبل القريب، إلى درجة تصور أن هؤلاء الخدم يمكن أن يكونوا جيوشا لمحاربة البشر، والتنبوء بأن نصف الوحدات العسكرية الأمريكية سيكون بشرياً والآخر آليا بحلول عام ٢٠١٥.

الفصل الثانى

## بترول إخوان

اشتقت كلمة جيولوجيا من كلمتين هما جيو «Geo» وتعنى الأرض وكلمة لوجى «Logy» وتعنى علم، وبالتالى فإن كلمة جيولوجيا تعنى علم الأرض أى دراسة كل ما يختص بالأرض، وللجيولوجيا أقسام عديدة منها الجيولوجيا الفيزيائية وتعالج الظواهر الطبيعية فى الأرض وتفسيرها، وجيولوجيا البترول وتهتم بدراسة البترول ومكوناته وكيف نشأ ومصايد البترول والظروف التى يتواجد فيها تحت سطح الأرض، والجيولوجيا التركيبية أو التراكيبية وهى الجزء المختص بدراسة تراكيب وأشكال الصخور والطبقات وتفسيرها مثل الفوالق والطيات والصدوع وغيرها.

كما تمتد الجيولوجيا إلى الجيوفيزياء التى تدرس طرق استكشاف باطن الأرض والتعرف على الطبقات تحت السطح من خلال الطرق الزلزالية والمغناطيسية والكهربائية، لذا فهى علم استكشافى لما تحت الأرض يفيد فى رصد الزلازل والبراكين، بالإضافة إلى استكشاف الثروات المخبأة فى باطن الأرض، مثل المياه، والوقود الإحفورى.

توجد ثلاث صور للوقود الإحفورى هى الفحم وزيت البترول والغاز الطبيعي، والتى يحتاج كل منها إلى ملايين السنين حتى يتكون، وقد قسم العلماء أزمنة الكرة الأرضية إلى عصور سُمى كل منها باسم عنصر أو كائن تواجد وانتشر فى ذلك العصر، فمثلا تواجد الكربون بكثرة فى أحدها فعُرف باسم العصر الكربوني، ثم تلاه عصر الديناصورات الذى انتشرت فيه الديناصورات، ويعتقد أن البترول اختزن واحتجز فى طبقات تتراوح أعمارها التكوينية بين حقبة الحياة العتيقة Paleozoic والعصور السفلى لحقبة الحياة المتوسطة، ومن ثم يتطلب العثور عليه دراسة طبقات

الصخور تحت سطح الأرض، وتراكيبها الجيولوجية، بحثا عن الأحواض الرسوبية والمكامن البترولية، سواء على اليابسة، أو تحت سطح البحر، بل وتحت الجليد فى شمال الكرة الأرضية وجنوبها.

وخلال الفترة من ٣٦٠ إلى ٢٨٠ مليون عام مضت كانت الأرض مكسوة بغطاء نباتى يتشكل من أشجار تتفاوت فى الحجم وإن كان معظمها بالغ الضخامة بالإضافة إلى توافر غطاء نباتى من الطحالب «Algae» امتد إلى المسطحات المائية من أنهار وبحار، كما تولت السيول والفيضانات جرف الأشجار والنباتات نحو الأنهار والمحيطات لتهوى إلى قيعانها مكونة طبقة مسامية مشبعة بالماء، ومن ثم تتحول إلى نسيج نباتى نصف متفحم خُث «Peat»، ومع مرور مئات السنين تغطت هذه الطبقات بالرمال والطين والعناصر الطبيعية الأخرى لتتحول إلى صخور رسوبية «Sedimentary» أدى تزايدها إلى ضغطها على بعضها البعض تحت تأثير وزنها،

مما دفع بها إلى باطن الأرض لتدفن ملايين السنين تحولت فيها إلى فحم وزيت بترول وغاز طبيعى يطلق عليه اختصاراً الغاز، والماس فى بعض الأحيان، حيث إنه الكربون فى صورته الأكثر نقاءً !!.

وتتفاوت أقدار البلدان بحسب وفرة كل من هذه الثروات، فحيث تتواجد تتوافر الفرص الملائمة لإنتاج الطاقة، والتنمية والتطور الحضارى، على الشكل الذى تم توضيحه فى الفصل الأول، وسوف نعرض لكل صنف بالشكل الذى يبين ويوضح مراحل تطوره، وأثره، ومستقبله، وعلاقته بالدائرتين الأخريين:الاقتصاد والبيئة.

**البتـرول**

**«البترول يسيب مصر كلها، ويطلع تحت بيتى .. يسيب مصر كلها .. بصحاريها، وجبالها، وأنهارها، ويتجمع تحت بيتى .. أول حاجة هيعملوها: حايطردونى أنا ومراتى وعيالى .. والبلد تتقلب مهرجانات وأفراح .. وحلنى على ما أى مسئول يتعطف علينا ويدينا خيمة من خيم الإيواء (٢٦)....»**

جرت هذه الكلمات على لسان جميل أحد الشخصيات الرئيسية فى مسرحية على سالم «البترول طلع فى بيتنا»، لتظهر أن الثروة التى تفجرت تحت بيته لن تعود عليه بالخير، لكنها ستكون البداية لرحلة شقاء، فى حين تنظر لها الدولة مصدراً للثروة والخير للبلد بأسره. فالبترول الذى يشتكى منه صاحبنا جميل يتواجد على أعماق تتراوح من خمسة إلى ستة آلاف متر وأكثر مصحوبا بالماء والغاز، وطبقاً للوزن النوعى يشغل الغاز الجزء العلوى يليه البترول فالماء، وتحفر الآبار لاستخراج البترول من باطن الأرض إلى السطح، يسبقها عمليات التنقيب والبحث لتحديد مكان حفر الآبار التى يستخرج منها البترول، ويكمن الهدف من هذه العمليات فى دراسة تراكيب صخور المنطقة التى يجرى فيها التنقيب، وفحص صخور الطبقة البترولية من حيث قدرتها ومساميتها ونفاذيتها وتشبعها بالبترول، ثم تحديد مساحة حقل البترول والاحتياطى التقريبى لكل من البترول والغاز.

ويعتبر رأس الحفر «Bit» من أهم المعدات التى تحدد نجاح عملية الحفر، والقطعة الأولى من المعدات فى التشكيلة التى تنزل إلى البئر، حيث يتعرض لأحمال كبيرة وسرعات دوران مختلفة، وحرارة عالية وضغوط عالية، وقد ظهر رأس الحفر التقليدى ثلاثى المخاريط إلى الوجود فى عام ١٩٣٣، ليفتح المجال أمام طرق حفر أكثر إنتاجا مثل الحفر الدورانى والتربينى، ومع بدء الخطوات الأولى لإنشاء شركات البترول العالمية طور الخبراء أدواتهم معتمدين على خبرتهم الطويلة وفهمهم للعوامل الجيولوجية ومعالجتهم للمشاكل التى تواجههم، وحتى يومنا هذا لا غنى عن فحص الخبراء للصخور الأم وقياس شدة الهزات الأرضية لتقدير حجم البترول الممكن استخراجه وتحليل العينات المأخوذة من الآبار المحفورة ومن ثم بالتطورات المستقبلية والتى تشمل الإجابة عن سؤال من قبيل متى يجف البئر؟.

وبفضل عمليات التنقيب فى البر أخذ الجيولوجيون يتفهمون الشروط الطبيعية الفريدة التى أدت إلى نشأة البترول شيئا فشيئا، وبالوصول إلى هذه الحقيقة عاش الجيولوجيون لحظات نجاح وحالات إحباط، فهم يعيشون على أمل اكتشاف حقول جديدة، كما أنهم قاموا بعمليات تنقيب ناجحة وأخرى مخيبة للآمال، والآن ومع التقدم العلمى تحولت عمليات التنقيب عن البترول من نوع من المقامرة إلى علم يعتمد على معرفة بالجيولوجيا الدالة على وجود بترول مما أتاح للمتخصصين تعقب البترول فى جيوبه وسط الصخور، وفى المناطق المسامية «Poroused» المشبعة به.

يلى استخراج الزيت والغاز الطبيعى من باطن الأرض أو أعماق البحار ضخه فى أنابيب سواء لمصافى التكرير أو للسفن بغرض نقله إلى دول أخرى، وقد يحدث أثناء عمليات النقل تسريب للبترول أو تقع حادثة للسفينة يتسرب على إثرها زيت البترول إلى المياه، مسببا مشاكل بيئية عديدة تؤثر على الحياة الطبيعية المتواجدة بمناطق التسريب، خاصة وأن بقع الزيت تظل طافية وتنتقل من مكان لآخر.

ومع نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين عثر على البترول فى عدة مناطق بالعالم لتظهر على الساحة شركات عملاقة، مثل شركة تكساكو فى ولاية

تكساس الأمريكية، وشل فى إندونسيا، وبريتش بتروليوم فى إيران، ومع تطور الأعمال والاكتشافات ولى زمن الحفارات الخشبية والرافعات العاملة بالبخار وحل محلها أجهزة حديثة تتطور على نحو متسارع.

**مسدسى هو القانون**

يرجع استخدام زيت البترول إلى حوالى ٥٠٠٠ أو ٦٠٠٠ عام مضت، حيث نجد فى الحفائر الآشورية دلائل استخدامهم الزيت الخام والإسفلت بعد تجميعه من نهر الفرات، أو نشعه فى المناطق التى يتسرب منها تحت الأرض. أيضا استخرج البترول من بحيرة أسفلتيت والتى أطلق عليها فيما بعد البحر الميت، ودأب الأغريق على استخدام القار فى إشعال الحرائق فى أساطيل العدو، ونقب عنه الصينيون وسكان بورما فى باطن الأرض، ومن ناحية أخرى كان سكان شواطئ بحر قزوين يقدسون نيرانا –ظنوا أنها أبدية– ولم يكن لهذه النيران مصدر آخر غير الغاز المنبعث من باطن الأرض.

كما استخدم سكان أمريكا الشمالية الزيت فى علاج الإصابات، وقد علّم السكان القدامى جورج واشنطن كيفية العلاج به فاستفاد به فى علاج قواته آنذاك فى حربه مع بريطانيا، أما الآثار والمخطوطات الفرعونية ففيها ما يدل على استخدامهم الزيت فى علاج الجروح والإصابات، واستخدم المصريون القدماء الزيت الصخرى فى تحنيط موتاهم، كما استفاد منه الفينيقيون فى إحكام سد الشقوق بين ألواح الخشب فى سفنهم، وكانت له مزايا خاصة ومعترف بها، إلى جانب استخدامه فى إنارة المصابيح، وعلى ذكر الزيت والمصابيح تدور أحداث رواية قنديل أم هاشم للأستاذ يحى حقى، حول الصراع بين العلم والخرافة، العلم من جانب طبيب العيون المتعلم والدارس فى الخارج، والخرافة من جانب مرتادى مسجد أم هاشم والذين يعتقدون أن زيت القنديل المعلق فى سقف المسجد له القدرة على شفاء العيون !!، وما زال البترول إلى يومنا هذا يدخل فى تركيب الكثير من المنتجات الصيدلانية، كما استخدمه البيزنطيون اعتبارًا من القرن السابع لتأجيج أوار ما كان يسمى بالنار اليونانية، التى كانت تشتعل فوق سطح الماء فتحرق أساطيل الأعداء(٢٧).

نتيجة لارتفاع سعر زيت الحوت وندرته تزايد الطلب على البترول كمصدر للإضاءة مترافقا مع نمو المجتمعات، فى ذلك الوقت كان معظم البترول يتم الحصول عليه بطريقة بدائية تتمثل فى كشطة من على أسطح البحيرات، حتى استطاع إدوين دراك «Edwin L. Drake» استخراج البترول من أحد الآبار بالقرب من توتسفيلا بولاية بنسلفانيا.

فى عام ١٨٥٠ كان إدوين دراك يعمل فى مجال التنقيب عن البترول بشركة سينسا، وكان رأيه أن أفضل وسيلة للتنقيب عن البترول هى الحفر، فاستخدم محركاً بخارياً قديماً واستطاع أن يحقق نجاحات بسيطة خلال عامى ١٨٥٧ و١٨٥٨، حيث لم يكن بمقدوره سوى استخراج ١,٦ متر مكعب من البترول يوميا لم تكن كافية لتسويق فكرته على المستوى التجاري، وأدت أعمال الحفر إلى حدوث انهيارات، ثم بدأت الأموال تنفذ، مما دعا الممولين إلى التوقف عن الدفع، لكنه استمر فى محاولاته واعترضته مصاعب عديدة إلى أن اهتدى إلى استخدام أنابيب مُصنعة من الحديد الزهر تصل أطوالها إلى حوالى العشرة أمتار، وزاد عمق الحفر إلى حوالى ٢١ متراً، حتى استطاع فى ٢٧ أغسطس ١٨٥٩ وبالاستعانة بمضخة يدوية أن يرفع الإنتاج اليومى للبئر إلى ٤٠ متر مكعب أى حوالى ٢٥٠ برميل، واستطاع أن يجمعه فى براميل مصنوعة من الخشب، ومازالت هذه الطريقة متبعة فى استخراج البترول حتى الآن فى المناطق التى يوجد بها زيت البترول بالقرب من سطح الأرض، إلا أن البراميل الخشبية استبدلت بأخرى مصنوعة من الحديد أو الصاج المقوى.

وقد لوحظ أن تقطير النفط الخام يسمح بالحصول على مادة للإنارة يمكنها أن تحل بفعالية محل الزيوت الحيوانية، فضلاً عن استخدام الزيت لأغراض تزييت الآلات وتشحيمها، وبحلول عام ١٨٦٠ كانت هناك ٧٤ بئراً فى توتسفيلا تنتج نصف مليون برميل سنويا.

أدت زيادة الطلب على البترول إلى الضغط على المنتجين، وبالتبعية البحث عن وسائل ترفع معدلات الاستخراج، وتسرع من عمليات الحفر، فى هذا المناخ جاء

اختراع روبرتس فى شهر يناير من عام ١٨٦٥، فى شكل أداة أشبه بالطوربيد المملوء بالنيتروجليسرين، يلقى داخل أنبوب الحفر، ثم يتفجر فى نهاية المطاف لكى يشق ثغرة فى الصخور الصلبة، ومع عجز البعض عن شراء هذه الطوربيدات، لجأوا إلى صب النيتروجيلسرين مباشرة فى الأنبوب فتحدث الانفجارات، كانت الكوارث شبه يومية، فيضانات من الزيت المشتعل أحيانًا، انفجارات تعقبها حرائق قرب المحركات البخارية أو المنشآت الخشبية المشبعة بالبترول، مما تسبب بحدوث أضرار بالغة(٢٨)، كانت تدابير الحيطة والحماية شبه معدومة، ولم يكن هناك أى تنظيم من حيث الإنتاج أو التخزين أو التوزيع، كذلك كانت الحياة فى الغرب الأمريكى كله مفعمة بالقسوة والعنف، وكان دراك يقول دائمًا: «مسدسى هو القانون...».

لا يمكن للمرء أن يقارن معدلات الاستخراج اليومية فى ذلك الوقت مع ما نحصل عليه اليوم، إلى حد التصريح بأن كافة المخاطر السابقة كانت من أجل حفنة زيت، إلا أن هذه الحفنات المعدودة هى التى مهدت الطريق أمام تحول البشرية كلها وبدء عصر النفط والاستخراجات التجارية.

---




استخراج البترول بأحد آبار آلاسكا

www.youtube.com/watch?v=Qp2GejikldwA

---

كان البدء بعمليات التنقيب عن البترول إيذاناً بانحسار كمياته التى يعثر عليها على سطح الماء أو فى شكل تجمعات نفطية، وبنجاح أدوين دراك فى حفر بئر البترول الأولى صدرت شهادة ميلاد صناعة البترول العالمية، فأقبلت الشركات على حفر آلاف الآبار، بحثًا عن البترول فى مختلف أنحاء العالم، ومع تزايد إنتاج هذه الشركات بذل الخبراء والمتخصصون جهودًا خارقة لتطوير مختلف مراحل صناعة البترول، بحيث يكفى إنتاجه الطلب المتزايد عليه، ولعل ما تحقق فى هذه الصناعة منذ حفر بئر دراك خير شاهد على ذلك، ففى أقل من نصف قرن أصبح أحد الدعائم الرئيسية التى ترتكز عليها الحضارة الإنسانية، مزيحا الفحم من السباق والمنافسة وأصبح سلعة

رئيسية فى البورصات العالمية، تتأثر أسعاره بالتغيرات المحلية والإقليمية، ينظر له نظرة إجلال، وإلى منتجيه نظرة تبجيل!!.

حتى الخمسينيات من القرن التاسع عشر، كانت النسبة الأكبر من الأعمال تنجز اعتماداً على القوة العضلية للإنسان والحيوان، ولم تكن الآلات والماكينات قد انتشرت فى ذلك الوقت، إلا أن الحال تغير تماماً مع ظهور الآلات البخارية متزامنة مع تزايد اكتشافات البترول مما مهد الطريق لتحقيق معدلات تنمية سريعة وطويلة الأمد، وفى الوقت الراهن –بعد انقضاء أكثر من قرن ونصف على حفر بئر البترول الأولى فى الولايات المتحدة الأمريكية– أتاحت الآلات الحديثة وتعدد سبل حفر الآبار إنتاج آلاف الأطنان من البترول ليتضاعف معها الدخل القومي.

ومنذ ذلك التاريخ والإنسان ينكت الأرض والبحر، الثلج والنار، الصخر والرمل، التل والسهل، بحثا عن ذلك الزيت اللزج، الذى ما إن يظهر حتى تتغير الخريطة الجغرافية والسياسية، وتصبح القوة هى القانون !!.

**بترول أوبك . . .**

تأسست منظمة أوبك فى ١٤ سبتمبر ١٩٦٠ بمبادرة من خمس من كبريات الدول المنتجة للنفط (السعودية وإيران والعراق والكويت وفنزويلا) فى اجتماع عقد بالعاصمة العراقية بغداد، وتضم المنظمة حاليا إحدى عشرة دولة ويقع مقرها فى العاصمة النمساوية فيينا(٢٩).

جاء إنشاء أوبك كرد فعل للتصدى لاحتكار شركات النفط العالمية الكبرى، فقد شهدت السنوات الأخيرة للخمسينات محاولات متفرقة من أقطار عديدة للوقوف أمام الاحتكار العالمى، إلا أن معظمها باء بالفشل، بل على العكس من ذلك فإن الأقطار المصدرة وقفت أمام تخفيض أسعار النفط العالمية –فى تلك المرحلة– موقف العاجز، وعلى أثر كل هذه التحولات برزت ترتيبات وعمليات جديدة وغير مألوفة فى الصناعة البترولية، مثل زيادة عدد المشاركين فى اتخاذ القرارات البترولية وتنوعهم، وبروز عقود جديدة فى الاستكشاف والإنتاج مثل عقود المشاركة، إضافة الى نشوء السوق الفورية والمستقبلية لبيع النفط الخام وشرائه بدلاً من العقود الطويلة الأجل المحددة للسعر والكمية، أدى هذا الوضع الجديد إلى إيجاد جو متشنج بين المنتجين

والمستهلكين من جهة، وبين الشركات الأجنبية والوطنية من جهة أخرى، وكان من الصعب العثور على ملتقى موضوعى يمكن أن يجتمع فيه ممثلون عن هذه الأطراف لمناقشة التغيرات الهيكلية والغامضة فى واحدة من أكبر الصناعات العالمية وأهمها.

وعلى الرغم من مساعى أوبك الحقيقية لزيادة الإنتاج وتثبيت الأسعار وتأكيد حسن النوايا، إلا أنها كانت وما زالت موضع عداء شديد من الدول الغربية، التى تنظر إليها على أنها تتحكم فى اقتصاديات العالم الصناعى مما أوجد هوة عميقة بين الطرفين، فلم تقبل الدول المستهلكة مواقف كثيرة للمنظمة، إذ ترى أنها إحدى أهم الكيانات الاقتصادية المناهضة للدول الغربية على الرغم من كل التساهل الذى تبديه دول المنظمة مع الدول المستهلكة، بما يعنى أن المسألة ذات بعد سياسي، وليس بعداً اقتصادياً. فالمنظمة لم تعد أداة قوة لدولها بل أصبحت نقطة ضعف ووسيلة تضغط بها الدول المستهلكة على الدول المنتجة فتزيد أوبك من إنتاجها بما يؤدى إلى تراجع سعر برميل البترول، ولكن هذا لم يمنع بعض الدول الصناعية المستهلكة من إلقاء اللوم على أوبك بهدف الضغط عليها لضخ مزيد من النفط للحد من تفاقم الموقف، بل هددت الولايات المتحدة الأمريكية باحتلال آبار النفط فى الخليج لحماية مصالحها القومية من تهديد العرب على حد زعمها(٣٠).

إن سعر النفط الذى يراه البعض كفيلاً بإحداث توازن فى أسواق النفط يدور حول المائة دولار للبرميل، فالتركيز المتزايد لاستخدام النفط فى قطاع النقل وتحول جانب من الطلب فى اتجاه أنواع الوقود البديلة، يمكن أن يخفض أسعاره على المدى الطويل.

**برواز: (٣)**

**جرى أول تسعير للنفط عام ١٨٦٠ عند فوهة البئر بتسعة دولارات للبرميل، ثم بدأت مسيرة الانخفاض المستمر ليصل فى نهاية الحرب العالمية الأولى إلى نحو دولارين. وفى نهاية الحرب العالمية الثانية لم يتجاوز ١,٨ دولار للبرميل، وبرغم تأسيس منظمة أوبك عام ١٩٦٠ إلا أن سعر برميل البترول لم يرتفع إلى أكثر من ٢,٧٥ دولار إلا بعد حرب أكتوبر المجيدة فى عام ١٩٧٣ إذ قفز سعر البرميل إلى أكثر من ١٢ دولاراً.**

تتأثر أوبك بتقلبات الأسعار تأثرا شديدا، وربما يؤكد ذلك ما حدث فى النصف الثانى من عام ٢٠٠٨، حيث وصل سعر برميل البترول إلى ١٤٨ دولار فى أغسطس ثم تهاوى فى غضون أسابيع معدودة إلى نصف هذه القيمة، أيضا فى أكتوبر ١٩٩٩ انخفض سعر البرميل إلى ١٢ دولارا تحت المعتاد فوصل إلى ١٦ دولارا فقط بعد أن بلغ ٢٨ دولارا. وفى تقدير المتخصصين أن هذا الخفض قد أدى إلى نتائج سلبية لاقتصاديات دول أوبك تعادل خسارة مقدارها ٢٥٠ مليار دولار، وعلى الجانب الآخر -المستهلكين- تحققت طفرة اقتصادية وآفاقا من الرخاء تكفل نقل الدول الصناعية من حالة الركود إلى الانتعاش الاقتصادي.

الجدير بالذكر أن أكبر أسواق البترول تتواجد فى العالم فى ثلاث مدن عالمية هى لندن ونيويورك وسنغافورة. ومن المتعارف عليه أن سعر البترول يتفاوت حسب نوعيته، فالبترول الخفيف أغلى ثمنا، ونظراً لوجود أنوا ع وأصناف مختلفة من البترول فقد تم الاتفاق بين متداولى البترول على اختيار أنوا ع محددة تكون بمثابة معيار للجودة يتم على أساسها زيادة أو خفض قيمة السلع البترولية. فعلى مستوى العالم اختير خام برنت فى المملكة المتحدة ليكون مرجعا عالميا، وفى منطقة الخليج العربى يستخدم خام دبي كمعيار للتسعيرة، وفى الولايات المتحدة خام وسط تكساس.

وقد وضعت منظمة الدول المصدرة للبترول أوبك نظاما مرجعيا خاصاً بها يعرف بسلة أوبك عبارة عن متوسط سبعة أسعار لخامات محددة من البترول، هي الخام العربى الخفيف السعودى، وخام دبى الإماراتي، وخام بونى الخفيف النيجيري، وخام صحارى الجزائري، وخام ميناس الإندونيسي، وخام تيا خوانا الخفيف الفنزويلي، وخام إيستموس المكسيكي.

### قطران ولكن بترول

يطلق على الطفل الزيتى، والرمل الزيتى المعروف باسم القطران، والبترول الثقيل، مصطلح البترول غير التقليدى، والصخر الزيتى هو صخر رسوبى طينى يحتوى على مادة عضوية صلبة قابلة للاحتراق والتقطير تحتوى على نسبة من المواد العضوية

الثقيلة التى يدخل فى تركيبها النيتروجين والأكسجين والتى تسمى الكيروجين متخللة بين حبيباتها. بتحلل الكيروجين وارتفاع حرارته ينتج النفط، فإذا ما بلغت المادة العضوية مستوى النضج الكافى لا ينتج البترول، ولذا يحتاج الأمر إلى تدخل الإنسان لاستخراجه. إن احتواء الصخر الزيتى على نسبة تزيد عن ١٠٪ من الوزن على شكل نفط و٥٪ على شكل غاز وأن القيمة الحرارية للصخر الزيتى حوالى ١٥٠٠ كيلو كالورى لكل كيلو جرام يجعل الصخر الزيتى مصدراً مهماً للطاقة.

أما الرمل القارى ويسمى أيضًا الرمل الزيتي، أو رمل القطران، فمشبع بمادة القار، وهى مادة سوداء صمغية تستخدم لإنتاج الوقود السائل، والطريقة المستخدمة لاستخلاص القار من الرمال القارية تعتمد فى الأساس على موقع تلك الرمال فى باطن الأرض، فالرمال التى يتم استخراجها بالقرب من سطح الأرض يتم تسخينها مع الماء لفصل الرمال عن القار، ثم يعالج القطران بعمليات أخرى للحصول على الزيت، أما الرمال التى تستقر على عمق كبير فى باطن الأرض فيتم تسخينها فى مكانها لصهر مادة القطران أولا ثم ضخها فى أنابيب ساخنة إلى سطح الأرض، وهناك يتم تحويل تلك المادة إلى زيت، وأنواع أخرى من الوقود، وبوجه عام يصدر عن البترول غير التقليدى نسبة أكبر من غازات الدفيئة(*) سواء عند استخراجه وإنتاجه أو حرقه مقارنة بالنفط التقليدي، ينبعث أغلبها فى مرحلة الاستخراج.

ومن حيث الخصائص البتروكيميائية، فإن البترول الثقيل من أكثر هذه المواد شبها بالبترول الخام، إلا أن كليهما يتباينان تباينا كبيراً من حيث الكثافة واللزوجة، ويحدد هذا التباين السيولة التى تكون عليها المادة، من هنا يتطلب استخراج البترول الثقيل من الصخور جهداً يفوق الجهد المبذول لاستخراج البترول الخام.

وقد بينت الاستكشافات السابقة أن الزيت الثقيل يمثل نسبة كبيرة من حجم ما تم استكشافه خلال الفترة من ١٩٩٥ – ٢٠٠٥، وعلى النقيض يأتى الزيت الخفيف بنسبة مساهمة بسيطة فى إجمالى الاستكشافات. وتكمن مشكلة الزيت الثقيل فى

(١) ثاني أكسيد الكربون، الميثان، أكسيد النيتروز، مركبات الهيدروفلوروكربون: المركبات الكربونية الفلورية المشبعة، سادس فلوريد الكبريت.

المشتقات التى يمكن أن نحصل عليها بعد عمليات تكريره ونسبة مشاركة كل نوع من هذه المشتقات. فالمازوت يمثل من ٥٠٪ إلى ٦٠٪ من مشتقات الزيت الثقيل إلى جانب نسبة بسيطة لكل من السولار والبوتاجاز. ولتغيير نسبة مشاركة هذه المشتقات يحتاج الزيت الثقيل إلى معامل متقدمة ذات تكاليف مرتفعة حتى يمكن زيادة نسبة مستخرجاته من السولار والمنتجات الخفيفة وبالتالى خفض نسبة المازوت.

ومن المفارقات التى قد تقع أثناء ارتفاع أسعار البترول أن تُزيد بعض الدول من حجم إنتاجها اليومى من الزيت الخام بمعدلات يتصور معها البعض أنها سوف تساهم فى خفض أسعار الزيت الخام، ولكن سعر السوق لا يتأثر كثيرا، وقد يتساءل البعض كيف أن رفع معدلات الإنتاج لم تؤثر فى السعر بشكل ملحوظ؟، وتنحصر الإجابة عن هذا السؤال فى أن معدلات الإنتاج ليست وحدها العامل المؤثر فى سعر السوق ولكن يجب ربطها بنوعية الخام المعروض للبيع، فإذا كانت الزيادة فى نوعية الزيت الثقيل فغالبا ما يكون الطلب عليه منخفضا، وبالتالى لا يتأثر سعر الزيت الخام المعروض للبيع تأثرا كبيرا.

بهذا المعنى فإن الوصول للبترول غير التقليدى لا يعد بالأمر الهين، فعلى من ينوى الحصول عليه أن يأخذ فى الحسبان أن استخراجه يتسم بمصاعب جمة وتكاليف باهظة، ومن المنظور الجيولوجى يرجع الفرق بين البترول العادى والبترول غير التقليدى فى التطور التاريخى لنشأته، فالملاحظ أن نشأة البترول الثقيل أبطأ من البترول التقليدى، كما تختلف طرق استخراج كل منهما، بما يضع مصاعب فى إمكانية زيادة سرعة معدلات الإنتاج، ويجرى تحديد البترول التقليدى (٣١) بناءً على كثافته، أما رمال القطران فتحدد بناء على لزوجتها، ويتوقع ألا تزيد نسبة مشاركة البترول غير التقليدى مستقبليا عن ٥٪، ومع أنها نسبة قليلة إلا أنها ستكون مؤثرة فى سوق النفط وخاصة مع تقدم تقنيات الحرق وكفاءة المعدات.

### العطش للنفط

استهلك العالم البترول فى الوقت الراهن بمتوسط ٨٥ مليون برميل يوميا تم بيعها

خلال عام ٢٠١٠ بأسعار تراوحت بين السبعين والتسعين دولار للبرميل، وقد جاء ذلك متزامناً مع نمو الاقتصاد العالمى بمعدل تراوح من ٤,١٪ إلى ٤,٣٪ خلال عام ٢٠١٠، ليعوض فترة الكساد التى امتدت من ٢٠٠٨ حتى ٢٠٠٩، إلا أن معدل النمو فى الطلب على البترول ظل أقل من المتوسط المحقق خلال الخمس سنوات الماضية، وقد سجلت معظم الاقتصادات العالمية مستويات نمو عالية نسبيا فى النصف الأول من عام ٢٠١٠ مع استمراره خلال النصف الثانى، ويرجع هذا التطور المشجع إلى استمرار التحفيزات الحكومية فى الولايات المتحدة ودول منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية، بالإضافة إلى العديد من البلدان النامية وعلى الأخص الصين والهند والبرازيل التى تهدئ من توسعها الفتى !!.

كانت هذه الدول قد تأثرت جراء ركود الأسواق العالمية خلال العامين الماضيين لينخفض استهلاكها من البترول نتيجة تخفيض المصانع لقدراتها الإنتاجية، واستمرار تطبيق سياسات ترشيد وتحسين كفاءة الطاقة بما يسمح بالحصول على نفس الخدمات مع استهلاك طاقة أقل، أيضا مساهمة بعض البدائل -نسبيا- فى خفض الطلب على بعض مشتقات البترول، مثل البنزين الذى استبدل ٢٪ من استهلاكه بالوقود الحيوى.

| منتجو الفحم | مليون طن مترى | النسبة من المجموع العالمي |
|---|---|---|
| الصين | 2970 | 49.6٪ |
| أمريكا | 919 | 15.3٪ |
| الهند | 526 | 8.8٪ |
| أستراليا | 335 | 5.6٪ |
| أندونيسيا | 263 | 4.4٪ |
| جنوب أفريقيا | 247 | 4.1٪ |
| روسيا | 229 | 3.8٪ |
| كازاخستان | 96 | 1.6٪ |
| بولندا | 78 | 1.3٪ |
| كولومبيا | 73 | 1.2٪ |
| باقى دول العالم | 253 | 4.2٪ |
| العالم | 5990 | 100.0٪ |

| مصدرو الفحم | مليون طن مترى |
|---|---|
| أستراليا | 263 |
| أندونيسيا | 230 |
| روسيا | 93 |
| كولومبيا | 69 |
| جنوب أفريقيا | 67 |
| أمريكا | 33 |
| فيتنام | 25 |
| كازاخستان | 22 |
| كندا | 20 |
| التشيك | 4 |
| آخرون | 11 |
| المجموع | 836 |

| مستوردو الفحم | مليون طن مترى |
|---|---|
| اليابان | 165 |
| الصين | 114 |
| كوريا | 103 |
| الهند | 66 |
| تايوان | 60 |
| ألمانيا | 38 |
| إنجلترا | 38 |
| تركيا | 20 |
| إيطاليا | 19 |
| أسبانيا | 16 |
| آخرون | 180 |
| المجموع | 819 |

جدول (٢- ١): العشر الكبار من الدول المنتجة، والمصدرة والمستوردة للبترول

المصدر: Key World Energy Statistics، International Energy Agency IEA, (2010)

كما توقعت المؤشرات انخفاض نمو الاقتصاد العالمى خلال عام ٢٠١١ بحوالى ٠,٦٪ بما يترتب عليه انخفاض الطلب على البترول، وإن ظلت التوقعات تصب فى استمرار نمو الاقتصاد الصينى على شكل مماثل لما تم تسجيله خلال عام ٢٠١٠، والذى تراوح فيه معدل الزيادة فى الطلب على البترول من نصف مليون برميل يوميا إلى ثلاثة أضعاف هذه القيمة، وبناءً على ما سبق يتوقع أن تصل معدلات الزيادة خلال عام ٢٠١١ إلى ١,٢ مليون برميل يوميا(٣٢)، ويقترن هذا التوقع بتحدى مخاطر الانتعاش الهش للاقتصاد العالمي، بما فى ذلك التأثير السلبى لحرب العملات المحتملة، والمخاوف المتعلقة بحدوث أزمة مصرفية فى أوروبا، كل ذلك من شأنه أن يؤثر سلبا على طلب النفط، فضلا عن ذلك لا تزال بلدان منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية تواجه انخفاضاً فى الناتج الصناعى والاستهلاك الخاص، واستمرار ارتفاع معدلات البطالة، ومع إبقاء منظمة أوبك(٣٣) على المستويات الحالية للحصص الإنتاجية تسير التوقعات نحو تأرجح أسعار النفط بين التسعين والمائة دولار للبرميل، يدعم ذلك طفرات ارتفاع الطلب فى الدول الناهضة، وخاصة الصين التى ارتفع معدل الطلب فيها بنهاية العقد الماضى ٣٦٪، وينتظر أن يقفز خلال العشرين عاما القادمة إلى ٧٥٪.

وفى جانب الإنتاج، تضم قائمة كبار الدول المنتجة كلا من روسيا، والمملكة العربية السعودية، والولايات المتحدة، وإيران، والصين(٣٤) بنسب من الإنتاج العالمى تبلغ ١٢,٩٪، ١١,٨٪، ٨,٣٪، ٥,٤٪، ٥,٠٪ على الترتيب (راجع جدول «٢-١»)، وتنتج الدول العشر الكبار ٦١٪ من الإنتاج العالمى، تتصدرهم المملكة العربية السعودية بنحو ١٨,٢٪ من إجمالى الصادرات تليها روسيا بحوالى ١٢,٣٪، وعلى الرغم من كون الولايات المتحدة الأمريكية ثالث الدول من حيث ترتيب الإنتاج إلا أنها أكثر الدول استيراداً للبترول، حيث يبلغ إجمالى وارداتها ٤,١ مليار برميل سنوياً تمثل ٢٧٪ من الواردات العالمية، تليها اليابان والصين بنسب ٩,٥٪ و٨,٤٪، على الترتيب.

من هذا المنطلق، نجد أن ثلاث دول عربية تمتلك قرابة ٢٧٪ من إجمالى الصادرات

النفطية، بما يجعل لهذه الدول ثقلاً سياسياً واقتصادياً، وحساسية تجاه أى تغيرات فى المنطقة، وتزيد هذه النسبة إلى ٣٩٪ بإضافة إيران، التى تبذل مساعى عديدة، وتعتمد على كوادرها وإمكاناتها الذاتية أكثر من اعتمادها على الخارج فى بناء منظومة للطاقة تعتمد فى جزء منها على الطاقة النووية، التى تخشى العديد من الدول الغربية، أن يتطور برنامجها إلى إنتاج أسلحة دمار شامل، فهل تنجح إيران فى ذلك !!.

**قلق مرتقب**

تشترك حقول البترول فى أن منحنى الإنتاج يتخذ -عبر الزمن- شكل الناقوس، أى أن إنتاج الحقل يرتفع فى البداية، بمعدلات متزايدة، حتى يصل إلى ذروة الإنتاج، بعدها يبدأ الإنتاج فى الانخفاض حتى يضمحل مع الزمن، ومع تعرض جميع القارات لأقصى درجات الحفر والجس طوال القرن الماضي، فإن خبراء النفط مقتنعون بوجود القليل من الحقول العملاقة «الأفيال» التى لم تكتشف بعد على اليابسة، وحتى الاكتشافات فى الدول المحيطة ببحر قزوين، لا يمكن أن تعد ضمن قطيع الأفيال، فلا يوجد فى بحر قزوين ما يكفى من النفط لكى يحدث اختلاف فى معادلة الطاقة العالمية.

إلى جانب حجم الاستكشافات تأتى مشكلة عمليات الاستخراج، فالبترول يتواجد داخل باطن الأرض فى مكامن قد تمتد تحت مياه الخلجان والبحار أو المحيطات، والوصول إلى هذه المكامن يجعل تكلفة الاستخراج من المياه العميقة مرتفعا مقارنة بتكلفة استخراجه من المياه الضحلة أو اليابسة(٣٥).

مع زيادة عمق الآبار تنخفض مؤشرات الحفر وتتباين سرعة الحفر من عمق ألف متر حتى خمسة آلاف متر حوالى ٢٥ مرة ويرجع السبب الأساسى برأى العديد من الباحثين إلى تغير قاع البئر مع زيادة عمق الحفر، إن تحديد أهم الأسباب المؤدية لانخفاض سرعة الحفر يسهل البحث عن طرق تحسينها ويساعد فى اختيار طريقة أو شروط الحفر التى تضمن الحصول على مؤشرات حفر مثلى تنعكس اقتصاديا على

عائدات البئر، وتعد طريقة الحفر تحت المتوازن إحدى تقنيات تحسين سرعة الحفر بالمقارنة مع طريقة الحفر التقليدى وتحسين إنتاجية التشكيلات النفطية والغازية، ولا سيما الطبقات ذات خواص الخزن السيئة، إضافة إلى أن تطبيق هذه الطريقة خفف إلى حد كبير من المشاكل المرافقة لعمليات الحفر كالتهريب والالتصاق والمشاكل الناجمه عن ارتشاح سوائل الحفر ذات الأساس المائي.

تختلف خواص النفط الخام من حيث التركيب الكيميائى ونسبة الكبريت ونسب المعادن وغيرها، ويؤثر هذا الاختلاف على جودة الوقود المنتج ونوع الملوثات المنبعثة منه وكميتها، فتركيز الكبريت، مثلا، يصل إلى ١,٠٪ فى الديزل المنتج من خام عربى خفيف المحتوى على ١,٧٩٪ من الكبريت، فى حين تنخفض هذه النسبة إلى ٠,١٩٪ فى حالة الديزل المنتج من خام برنت المحتوى على ٠,٣٨٪ من الكبريت، والجدير بالذكر أن الاختلاف فى نوعية النفط الخام وخواصه يلقى عبئا كبيراً على مصافى النفط، وخاصة عند إدخال تحسينات على عمليات التكرير من أجل إنتاج وقود أنظف.

ولاستكمال جوانب المشهد، علينا أن نضع نصب أعيننا أن حجم الإنتاج السنوى من النفط يصل ٣١ مليار برميل، فى حين تبلغ الكميات الجديدة التى يعثر عليها ١٠ مليار برميل سنويا، أما بخصوص عمليات التنقيب فتقريبا يجرى حفر ثلاثة آلاف بئر فى العام خارج أمريكا الشمالية وبلدان الاتحاد السوفييتى سابقا، علما بأن عدد عمليات التنقيب فى تراجع مستمر.

بقى أن نعرف أن تكلفة حفر بئر اختباريه فى المياه العميقة تتراوح من ٣٠ إلى ٤٠ مليون دولار وهى تكلفة عالية خاصة مع تدنى المعدل المتوسط للاسترجاع والذى يتراوح من ٣٠ إلى ٣٥٪، بمعنى أنه من كل البترول الذى يثبت وجوده فى مستودع ما لا تستطيع الشركات أن تحصل على أكثر من ثلثيه، ويتطلع الخبراء إلى رفع سقف معدل الاسترجاع حتى ٥٠ أو ٦٠٪ فى غضون عشر سنوات(٣٦).

وإذا علمنا أن معظم اكتشافات الزيت الخام خلال فترة العشر سنوات الماضية

تمت فى مناطق ذات جغرافية صعبة –مناطق المياه العميقة–، هذا إلى جانب إضافة أعباء نقل البترول من مناطق الاستكشاف إلى مناطق التكرير والاستهلاك والتى ترتفع نتيجة رفع سعر البترول المستخدم كوقود لهذه الناقلات، فإن هذا يفسر ويقدم لنا أحد أسباب ارتفاع سعر البترول، يأتى هذا على عكس ما تم فى بدايات القرن التاسع عشر عندما اكتشفت الحقول الغنية بالبترول القريبة من سطح الأرض والتى ظلت لأمد طويل المصدر الرئيسى لمعظم بلدان العالم.

ويشير أحد التقديرات (المتحفظة) إلى أن إجمالى الكميات المتوقع إنتاجها مستقبليا من البترول تقدر بحوالى ١٠٢٨ مليار برميل، وتستحوذ السعودية، والكويت، وإيران، والعراق، والإمارات المتحدة على ٥١٫٢٪ من هذا الاحتياطي، فى حين يبلغ نصيب كل من أمريكا الشمالية وأوربا وباقى دول آسيا مجتمعين حوالى ١٠٪. أما التقديرات الأخرى فمنها ما اعتمد على ثبات الاستهلاك العالمى الحالى ومنها ما توقع تغير نمو الطلب على البترول بمعدل ١,٥٪ سنويا، وهذه النسبة تساوى متوسط معدل النمو المتحقق منذ عام ١٩٧٥ تقريبا، وفى كلا التصورين فرض تراجع الإنتاج بمعدل يبلغ ٢,٥٪ سنويا، وانطلاقا من هذين البديلين تراوح إجمالى التوقعات بين ٢٠٠٠ و٢٢٠٠ مليار برميل، بما يعادل ضعف التقدير المتحفظ السابق ذكره(٣٧).

ويعلق فيتيسواران(٣٨) بأن الكميات المتاحة حاليا للاستخراج هى العامل الأهم الذى يعول عليه فى إشباع حاجة العالم من البترول، وأيضا تحديد الأسعار فى السوق. وسيتوقف التطور المستقبلى على مدى إمكانية التوسع فى الاستخراج خلال الأعوام القادمة، ومن ثم لا يجوز للمرء أن يسأل عن اللحظة الزمنية التى لن يكون فيها البترول الموجود كافيا لسد حاجاته، لكن المؤكد أنه من تلك اللحظة –انخفاض الإنتاج– سيغير ذوو الشأن من طرائق تفكيرهم ووجهات نظرهم بشأن سياسة الطاقة، ليحدث تحول جذرى مستديم فى السلوك الاستثماري، بمعنى تحول الاستثمارات من البترول إلى بدائل أخرى.

من المتوقع أن تراجع الشركات العالمية العاملة فى البحث والتنقيب فى قطاع البترول خططها فى أنحاء العالم سواء على برامج البحث والاستكشاف وتنمية

الحقول أو برامج الاستثمار والإنتاج، أيضا من المتوقع ألا تخصص الأموال التى ضختها بعض الدول الأجنبية بهدف تلافى تأثيرات الأزمة العالمية للاستثمارات الخارجية (خارج الدول نفسها)، أى أن استثمار هذه الأموال سوف يكون فى مشروعات وطنية، ومن هذه الدول أمريكا التى منحت مؤسسة AIG مبلغ ٨٥ مليار دولار مقابل امتلاكها ٧٩,٩٪ من رأسمالها، كذلك تدخلت الحكومة الأمريكية بمنع البيع على المكشوف لحوالى ٧٩٩ سهم مدرجة فى سوق الأسهم الأمريكية، وفى ألمانيا تم تخصيص خطة إنقاذ تضمنت تخصيص مبلغ ٨٠ مليار يورو كسيولة مالية و٤٠٠ مليار يورو كضمانات قروض، وفى بريطانيا أعلنت الحكومة ضخ ٣٧ مليار جنيه استرلينى لدعم ثلاثة بنوك بريطانية.

يعزز ذلك الأزمات التى تعرض لها البترول على مدى العقود الأخيرة، والتى رسخت يقيناً فى وجدان كل مهتم بشئون الطاقة أن بدائل البترول قادمة لا محالة، فالآثار السلبية لتغير أسعار البترول، والتى ألقت بظلالها على البلدان الغنية والفقيرة، أثبتت أن الاعتماد على بديل مرتفع السعر، مستقر السوق، محلى المصدر، خير من بترول متذبذب الأسعار، غير آمن، مستورد.

### الغاز الطبيعي

يتكون الغاز الطبيعى من العوالق، وهى كائنات مجهرية تتضمن طحالب وكائنات أولية ماتت وتراكمت فى طبقات المحيطات والأرض، وانضغطت البقايا تحت طبقات رسوبية، وعبر آلاف السنين أسهم الضغط والحرارة الناتجان عن الطبقات الرسوبية بتحويل هذه المواد العضوية إلى غاز طبيعى، ولا يختلف الغاز الطبيعى فى تكونه كثيراً عن أنواع الوقود الحفرى الأخرى مثل الفحم والبترول، بل عادة ما يتواجدان معاً فى حقول تحت الأرض أو الماء، وعموماً الطبقات الرسوبية العضوية المدفونة فى أعماق تتراوح بين ألف إلى ستة آلاف متر (عند درجات حرارة تتراوح بين ٦٠ إلى ١٥٠ درجة مئوية) تنتج بترولاً بينما تلك المدفونة على مستويات أعمق وعند درجات حرارة أعلى تنتج غازاً طبيعياً، وكلما زاد عمق المصدر كان أكثر جفافاً (أى تقل نسبة المتكثفات فى الغاز).

ازداد اهتمام الدول بالغاز الطبيعى بعد أن كان يعامل كناتج عرضى من عمليات إنتاج النفط، فمنذ نحو عشرين عاما مضت اقتصر استخدامه على القطاعات المتميزة كالصناعة، والمنازل، والنقل، واليوم يستهدف الغاز الطبيعى بذاته فى عمليات الاستكشاف والإنتاج والتطوير، فتشكلت بذلك سلسلة مترابطة من الصناعات المعتمدة عليه، وأصبح مصدراً رئيسياً من مصادر الطاقة الأولية، ونتيجة الاكتشافات التى تحققت فى الحقبة الماضية والتى أثبتت وجود احتياطيات كبيرة للغاز تعزز دوره فى دعم المردود الاقتصادى لاستغلاله داخليا أو تصديره على شكل غاز مسيّل أو عن طريق خطوط الأنابيب، والصناعات البتروكيماوية، مما ترتب عليه السعى للحفاظ على تلك المصادر واستخدامها بشكل عقلانى يضمن تحقيق أهداف وبرامج عمل جميع الدول.

ومن المؤكد أن الغاز الطبيعى سيلعب دوراً مركزياً فى تلبية احتياجات العالم من الطاقة للعقدين القادمين على الأقل، فمن المرجح أن يعاود مساره المرتفع ابتداء من عام ٢٠١١، يدعم ذلك الوفرة فى عرض الغاز عالميا كنتيجة للأزمة الاقتصادية (التى خفضت من الطلب على الغاز) وازدهار إنتاج الغاز فى الولايات المتحدة والطفرة التى حدثت فى سعة الغاز الطبيعى المسيل، كل هذا يمكن أن يستمر لفترات أطول مما يتوقعه الكثيرون.

هذا ويستخرج الغاز الطبيعى من آبار شبيهة بآبار النفط، يوجد الكثير من تجمعات الغاز على مبعدة من الشاطئ ويتم نقل الغاز بالأنابيب من منصات الإنتاج الشاطئة إلى نقطة تجميع على الشاطئ ومنها إلى معمل تكرير حيث ينقّى، فى مرحلة التنقية الأولى، يزال الماء وأى سوائل أخرى من الغاز بفعل الجاذبية ثم يمرر الغاز الجاف عبر مبرد حيث يسال البروبان ويجمع كل منهما، ويسوّق الغاز المسال كمواد أولية لتصنيع الكيماويات أو يعبأ فى أسطوانات كوقود للسخّانات ومواقد الطبخ فى المنازل، ثم يضخ ما تبقى من الغاز عبر شبكة إمداد أو تسيِّله بالتبريد والضغط وتسويقه كغاز طبيعى مسيّل، فعند درجة حرارة أقل من -١٦٠ درجة مئوية يتكثف الغاز إلى سائل ليقل حجمه بنحو ٦٠٠ مرة عن حالته الغازية.

**ما خف وزنه وغلا ثمنه!!**

ازداد اهتمام العالم فى السنوات الأخيرة، بتحسين ظروف البيئة وحمايتها وقد أدى ذلك إلى زيادة استخدام الغاز الطبيعى ومشتقاته لكونه أنظف من البترول والفحم، إضافة إلى ما يتمتع به من خصائص الاحتراق النظيف الذى ينجم عنه قلة تكاليف صيانة المعدات المستخدمة، وتشكل الكفاءة العالية لإنتاج الطاقة الكهربائية من خلال استخدام الغاز الطبيعى كوقود فى محطات التوليد الغازية أهم ميزة على الإطلاق، مما أدى إلى زيادة استهلاكه فى ذلك القطاع وفى عمليات تحلية المياه.

يرجع اكتشاف الغاز الطبيعى إلى زمن يتراوح بين ستة آلاف وألفى عام قبل الميلاد فى بلاد الفرس –إيران حاليا–، وقد ألمح العديد من الكتاب القدامى إلى وجود الغاز الطبيعى فى مناطق مثل الشرق الأوسط وأذربيجان. ويمكن ملاحظة وجود الغاز الطبيعى من خلال النار التى تتواجد على فوهة الآبار والتى اُتخذت قديما كمعتقد دينى فى بعض المناطق، حيث عبد سكانها النار معتقدين أنها نار مقدسة لا تنطفئ.

أثبتت الدراسات أن الغاز قد نشأ فى الفترة الزمنية من تاريخ الكرة الأرضية التى نشأ فيها البترول، من ناحية أخرى أثبتت التحاليل أن ثمة اختلافاً كبيراً بين البترول والغاز، فالبنسبة إلى نشأة البترول كان الدور الأساسى يعود إلى الطحالب، أما الغاز فقد نشأ على النباتات والدبال(*)، وبما أن مناطق الدلتا الموجودة عند مصبات الأنهار غزيرة بالمادتين، لذا أصبحت كمية الغاز المتاحة فى تلك المناطق كبيرة جدا، وتلعب الحرارة والبكتريا والغطاء المحكم لسد المكامن دوراً رئيسياً فى نشوء الغاز.

والغاز الطبيعى أخف وزنا من الهواء وليس له لون أو رائحة، وفى أغلب الأحيان يكون الغاز طبقة فوق البترول تسمى غطاء الغاز «Gas Cap»، ولا بد أن يصاحب البترول غاز يسمى بـ الغاز المصاحِب «Associated Gas»، كذلك تحتوى مناجم الفحم على كميات من الميثان – المُكوِن الرئيسى للغاز الطبيعى، والميثان مركب

---

(١) مادة سمراء اللون تنشأ من تحلل النباتات والحيوانات وتشكل الجزء العضوى من التربة.

كيمائى يتكون من ذرات الكربون والهيدروجين، وتركيبه الكيمائى ك يد٤ «$CH_4$»، أى اتحاد ذرة كربون مع أربع ذرات هيدروجين، وفى طبقات الفحم الرسوبية يتشتت الميثان خلال مسام وشقوق المنجم، ويسمى هذا النوع عادة بميثان مناجم الفحم، ومع أن الميثان يكون الجزء الأعظم من الغاز الطبيعى، فإنه يمكن أن يحتوى على كميات ضئيلة من كبريتيد الهيدروجين والهليوم والنيتروجين أيضا، إلا أن هناك حقولا أخرى، كحقل الغاز فى استراخان، الواقع عند مصب نهر الفولجا فى جنوب روسيا على سبيل المثال، يتكون نصف الغاز الذى يكمن فيه من ثانى أكسيد الكربون.

بالإضافة إلى الميثان والإيثان هناك نسب مختلفة من البروبان، والبيوتان والنيتروجين وأكسيد الكربون ومركبات كبريتية، ويؤدى اختلاف التركيب إلى اختلاف قيمة الطاقة فى الأنواع المختلفة من الغاز.

يستخرج الغاز بيسر مقارنة بالبترول، فبما أن جزيئاته صغيرة لذا فإنه خفيف الحركة وسريع الانفلات فى الفضاء، ولهذه الأسباب يمكن استخراج نسبة عالية جداً من الكمية المخزونة بالحقل تتأرجح حول ٨٠٪ من إجمالى المخزون، إلا أنه أسرع فى التسرب وأخف، وبالتالى فإنه يحتاج إلى غطاء خاص من الأملاح أو الجليد، وغالبا ما يتواجد الغاز الطبيعى بالقرب من البترول تحت سطح الأرض، ويتم نقله فى أنابيب حتى مناطق التخزين، إلا أنه يخلط بمادة كيماوية تكسبه رائحة نفاذة تشبه رائحة البيض الفاسد بغرض التعرف عليه فى حالة حدوث تسريب مما يمنع حدوث حرائق. يعتبر الغاز الطبيعى أفضل أنواع الوقود التى يمكن أن تحل محل المنتجات البترولية والتى ينتج عن حرقها غاز ثانى أكسيد الكربون الذى يسبب مشاكل بيئية عديدة.





استخراج الغاز الطبيعى

www.youtube.com/watch?v=7R2M919sTxM

تسعى شركات الإنتاج أن يكون معدل الاستخراج من الحقل أقل من معدل الإنتاج الممكن جيولوجيا، إلا أنه فى بعض الحالات تستدعى الحاجة ضخ مواد غازية بشكل ملح، مما ينعكس فى رفع معدلات الإنتاج، وفى كثير من الأحوال يضخ الغاز

داخل حقل البترول بغية زيادة الضغط داخل الحقل، وتطبق هذه الطريقة فى حقول الغاز النائية عن أنابيب النقل، وليس ثمة شك فى أن إنشاء معامل لتحويل الغاز إلى مادة سائلة خطوة مربحة لا سيما حينما يتعلق الأمر بحقول غازية تقع فى مناطق نائية.

**سوق الغاز ... «بضاعة أتلفها الهوى»**

يتغير إجمالى الطلب على الغاز فى جميع أنحاء العالم نتيجة للتطورات الاقتصادية، كما بلغ عدم اليقين بشأن مستوى الطلب العالمى على الغاز فى المستقبل أعلى مستوياته منذ عقود، حيث إن توقعات نمو الطلب العالمى على الغاز غير مؤكدة وتخضع لعدد من العوامل محل الشك، بما فى ذلك قوة وسرعة النمو الاقتصادى العالمي، أسعار الغاز فى المستقبل، سياسات الدول فى مجال الطاقة وأمن الإمدادات، وتأثير التكنولوجيا الجديدة.

تمثل كميات الغاز الطبيعى المسوق: إجمالى كميات الغاز الطبيعى المنتج بنوعيه المصاحب والحر بعد طرح كميات الغاز المعاد حقنها فى المكامن، والفاقد، والمحروق، مع الأخذ بعين الاعتبار تقلص حجم الغاز الطبيعى نتيجة لنزع المتكثفات (السوائل) منه خلال عمليات المعالجة. شهد إنتاج الغاز الطبيعى المسوق على المستوى العالمى تزايدا متواصلا خلال السنوات الأخيرة، حيث ارتفع من حوالى ٢٥٩٩ مليار متر مكعب عام ٢٠٠٢ ليصل إلى حوالى ٢٩٤٠ مليار متر مكعب عام ٢٠٠٧ بزيادة مقدارها ١٣٪، لكنه عاد للانخفاض خلال فترة الكساد بنسبة ١,٤٪، ثم ارتفع بنهاية عام ٢٠٠٩ إلى حوالى ثلاثة آلاف مليار متر مكعب.

يحتل إنتاج روسيا وباقى دول كومنولث المستقلة مركز الصدارة حيث بلغ حوالى ٧٨٩,٩ مليار متر مكعب، أى بنسبة ٢٦,٨ ٪ من إجمالى العالم. فى حين بلغ إنتاج مجموعة دول منظمة أوبك من الغاز الطبيعى المسوق حوالى ٥٤١,٣ مليار متر مكعب بنفس الفترة، أى بنسبة ١٨,٤٪ من الإجمالى العالمي.

أما إنتاج الدول العربية من الغاز المسوق فقد بلغ عام ٢٠٠٧ حوالى ٣٨٩ مليار متر مكعب، مقابل ٢٨٨ مليار متر مكعب عام ٢٠٠٢ أى بزيادة نسبتها ٣٥ ٪. ويمثل إنتاج الدول العربية نسبة ١٣,٢٪ من إجمالى إنتاج العالم. وقد شهدت كميات الغاز

الطبيعى المسوق فى الأقطار الأعضاء ارتفاعاً مستمراً، حيث وصلت إلى حوالى ٣٦٥ مليار متر مكعب فى عام ٢٠٠٧ مقابل حوالى ٢٧٣ مليار متر فى عام ٢٠٠٢، أى بزيادة نسبتها ٣٣,٧ ٪، ساهم فى هذه الزيادة جميع الأقطار الأعضاء بنسب متباينة(٣٩).

تمتاز عملية تحويل الغاز إلى سائل بقدرتها على تحويل الغاز الطبيعى المنتج إلى مشتقات هيدروكربونية سائلة قابلة للنقل بسهولة عبر الأنابيب أو الناقلات بتكلفة أقل من ضخه كغاز بالأنابيب، حيث يعالج الغاز كيميائيا حتى يتحول إلى مواد سائلة عند درجة حرارة الجو فيسهل نقله، ويمكن بهذه الطريقة إنتاج المشتقات النفطية مثل الجازولين (بنزين السيارات)، ووقود الديزل، كما أنها تتيح إمكانية إنتاج الغاز من الآبار البعيدة والصغيرة منها والتى تعد غير مجدية اقتصاديا حال إنشاء خطوط أنابيب خاصة لضخها ونقلها، كما أن عملية تحويل الغاز إلى سوائل تحد من الحاجة إلى حرق الغاز الطبيعى المصاحب لإنتاج النفط الخام(٤٠).

وتختلف صناعة تحويل الغاز إلى سائل عن تسييل الغاز «Liquefied Natural Gas, LNG»، حيث تعتمد الأخيرة على تبريد غاز الميثان إلى ١٦٢ درجة تحت الصفر لتسييله، مما يسمح بتخفيض حجمه، وهى طريقة مكلفة تستدعى استخدام أوعية مصنوعة من خلائط الحديد والنيكل، ووحدات تبريد عند المصدر، ووحدات تغويز «تحويل الغاز المسال إلى غاز» فى مناطق الاستهلاك.

وقد شهد إنتاج الغاز الطبيعى المنتج على المستوى العالمى تزايدا متواصلا خلال السنوات الأخيرة، حيث ارتفع من حوالى ٢٩٤٠ مليار متر مكعب عام ٢٠٠٧ ليصل إلى حوالى ٣١٠١ مليار متر مكعب عام ٢٠٠٩ بزيادة مقدارها ٥,٥٪ خلال عامين، وقد شهدت جميع مناطق العالم زيادات متفاوتة فى حجم الغاز الطبيعى المنتج، ويحتل إنتاج الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا وكندا المراكز الثلاث الأولى على مستوى العالم بنسب ١٩,٢٪، ١٩,٠٪، ٥,١٪، على الترتيب، الجدير بالذكر أن العشر دول الكبار فى إنتاج الغاز الطبيعى تنتج ٦٥٪، فى حين تنتج باقى الدول (١٨١ دولة) نحو ٣٥٪ فقط (راجع جدول «٢-٢»)، هذا وتتصدر روسيا والنرويج وكندا الدول المصدرة للغاز الطبيعى بحوالى ٤٦٪ (مجتمعة) من الصادرات العالمية، وتعد اليابان

أكبر مستورد للغاز بقرابة ٩٣ مليار متر مكعب، حيث تجد اليابان فى الغاز بعداً بيئيا نظراً لانخفاض انبعاثاته مقارنة بالبترول.

ونظراً لحاجة الصين الماسة إلى مصادر الطاقة، يتصور أن تكون الزبون الرئيسى لإمدادات الغاز الطبيعى المسال فى المستقبل، خصوصا من استراليا(٤١)، حيث تشير التقديرات إلى احتمال تضاعف الطلب على الغاز الطبيعى فى الصين بحلول عام ٢٠٢٠ وفقا لتصورات وكالة الطاقة الدولية. لكن حتى مع هذا النمو المتوقع فى استخدام الغاز، فلن تزيد نسبته عن ١٠٪ من الطاقة الأولية المستهلكة فى الصين فى عام ٢٠٣٠، ذلك أن ما يقرب من ثلثى الاحتياجات الحالية للصين من الطاقة الأولية يتم توفيرها من الفحم الحجري(٤٢)، الذى يبلغ متوسط الطلب الصينى عليه ٧٥٪ من إجمالى الطلب العالمى!!.

ومع تزايد الاعتماد على الغاز فى إمدادات الطاقة العالمية، يتوقع أن تصل نسبة مشاركته فى إمدادات الطاقة إلى ٢٥٪ بحلول عام ٢٠٣٠، مما يشير إلى المستقبل المشرق للغاز الطبيعى(٤٣).

| الموقع | الاحتياطى (ترليون قدم مكعب) | الحقل | المرتبة |
|---|---|---|---|
| روسيا | 1200.0 | North Dome | 1 |
| روسيا | 275.0 | Urengoy | 2 |
| روسيا | 200.0 | Yamburg | 3 |
| روسيا | 200.0 | Orenburg | 4 |
| روسيا | 200.0 | Shtokman | 5 |
| أبوظبى | 175.0 | Umm Shaif/Abu el-Bukush | 6 |
| روسيا | 150.0 | Zapolyarnoye | 7 |
| روسيا | 150.0 | Kharasevey | 8 |
| روسيا | 125.0 | Bovanenko | 9 |
| روسيا | 100.0 | Medvezh'ye | 10 |
| الجزائر | 100.0 | Hasi R'mel | 11 |
| إيران | 100.0 | South Pars | 12 |
| الولايات المتحدة الأمريكية | 80.0 | Panhandle-Hugoton | 13 |

جدول (٢-٢): أكبر ثلاثة عشر حقلاً لإنتاج الغاز الطبيعى على المستوي العالمى

المصدر: منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول «أوبك»، «التقرير الشهرى حول التطورات البترولية في الأسواق العالمية والأقطار الأعضاء»، ديسمبر ٢٠١٠

ظل استخدام الغاز الطبيعى كوقود لتوليد الطاقة فى الصين محدوداً حتى الآن، نظراً لعدم توافر إمدادات الغاز بصورة كافية ووفرة احتياطيات الفحم الحجرى الرخيص الثمن، لكن انخفاض أسعار الغاز الطبيعى فى الآونة الأخيرة زادت من جاذبية الاستثمار فى محطات توليد الطاقة العاملة بالغاز الطبيعي، حيث تشير توقعات وكالة الطاقة الدولية إلى أن الطلب على الغاز كوقود لتوليد الكهرباء فى الصين سينمو بمعدل سنوى متوسط قدره ٦,٧٪ حتى عام ٢٠٣٠.

تتمثل المكاسب الناتجة من التحول إلى الغاز الطبيعى فى الوفر المحقق نتيجة لفرق السعر بين الغاز الطبيعى والوقود السائل؛ والوفر فى الطاقة المستهلكة، إذ إن الغاز الطبيعى لا يحتاج إلى عمليات تجهيز قبل الاحتراق مثل التسخين والضخ والتذرية، كما هى حال الوقود السائل؛ والوفر فى تكلفة صيانة المعدات نتيجة للتحول إلى الغاز؛ وعدم الحاجة إلى تخزينه وشغل مساحات داخل المصانع؛ والوفر نتيجة لتلافى بعض مشاكل التشغيل، مثل انسداد مسارات الوقود، وخاصة عند استخدام الوقود الثقيل المازوت فى فصل الشتاء، وتكون رواسب كربونية على مسارات العادم وتآكل مواسير العادم بسبب أكاسيد الكبريت. ويأتى خفض الانبعاثات لسببين، الأول:الوفر فى استهلاك الوقود والذى يقدر بحوالى ٨,٤٪ فى حالة التحول من زيت الوقود إلى الغاز، وحوالى ٧,٤٪ فى حالة التحول من الديزل إلى الغاز؛ والثانى: الفرق بين معامل الانبعاث (كمية الانبعاثات لكل طن) للغاز الطبيعى والوقود السائل(٤٤).

فالمازوت منتج نفطى ثقيل، يحتوى على نسبة عالية من الكبريت والمعادن والأسفلتيت والبقايا الكربونية، ويستخدم وقودا للأغراض الصناعية والبواخر والسفن البحرية وتوليد الكهرباء وغيرها. وتتأثر جودة هذا المنتج ببعض الخصائص، مثل اللزوجة ونقطة الوميض ونقطة الانسكاب والوزن النوعي. ويفضل الإقلال من استخدامه، وخاصة داخل المدن والتجمعات السكنية، لما يسببه من معدلات تلوث مرتفعة.

تعتمد السيارات على البنزين(*) الذى ينفث خليطاً من ملوثات الهواء، أكثرها مواد سامة، وقد بذلت العديد من الدول جهوداً كبيرة فى سبيل تخفيف آثار هذه

(١) يطلق عليه الجازولين فى بعض البلدان العربية.

الملوثات والحد منها، من خلال ابتكار تقنيات للتحكم فى الملوثات، تنفيذ برامج لفحص المركبات وصيانتها، ووضع معايير وضوابط للمركبات. ويرتفع سنوياً عدد السيارات على الطرق، والمسافات التى تقطعها فى الرحلات الطويلة، وأيضا تتطور المعايير البيئية بشأن الملوثات بغية إيجاد حلول لتلوث الهواء، وخاصة فى المدن المكتنزة بالسكان(*)، وتستوعب الحلول المقترحة، استخدام الحافلات الكهربائية التى تدار بالبطاريات وخلايا الوقود، استخدام الغاز الطبيعى المضغوط «Compressed Natural Gas, CNG»، نظراً لمزاياه البيئية والاقتصادية، وتوفر مخزون كبير منه، ووجود شبكات للغاز تتيح التزود به من أماكن متفرقة.

وعلى الصعيد العربى، استفادت مشروعات الغاز الطبيعى من عاملين رئيسيين، أولهما الحرص على تنمية البنى التحتية لقطاع النفط والغاز فى الدول البترولية وتطويرها، خاصة خطوط الأنابيب، وبالتالى فإن توسعة شبكات الأنابيب لتشمل الدول المجاورة يصبح ميسور التكلفة نسبيا، وثانيهما توفر الإرادة السياسية فى العديد من الدول العربية لإقامة مشروعات محددة للتعاون فى مجال الغاز الطبيعي، والمساعدة على بلورة المشروعات القائمة أو قيد الإنشاء والدراسة، وضمن هذا السياق فقد قامت مجموعات من الدول العربية، سواء على الصعيد الثنائى أو الإقليمي، بتوقيع اتفاقيات لربط شبكات الغاز فيما بينها مثل شبكة الغاز بين مصر والأردن وسوريا ولبنان، وبين دول مجلس التعاون ، وفى شمال إفريقيا(٤٥).

## الاحتياطيات .. بضاعة مؤجلة

يعرف الاحتياطى المؤكد من البترول أو الغاز الطبيعى لحقل ما بأنه الكمية القابلة للاستخلاص على مدى عمر الحقل فى ظل التكنولوجيا والاعتبارات الاقتصادية السائدة، وطبقاً لتعريف مجلة البترول والغاز «Oil and Gas» الأمريكية يتم تعريف الاحتياطى المؤكد من الغاز الطبيعى بأنه: الكميات التى يمكن استخراجها فى ظل الأسعار والتكنولوجيا الحالية(٤٦)، أما وكالة «Cedigas» الفرنسية فتعرفه بأنه:

(١) المدن التى يزيد عدد سكانها عن مليون نسمة.

الكميات المكتشفة التى يتأكد بقدر معقول من اليقين إمكانية إنتاجها فى ظل الظروف الاقتصادية والفنية السائدة. ويُعدّ التعريف الأول الأكثر تحفظاً لذا نجد أن احتياطيات الغاز الطبيعى العالمية فى أول يناير عام ١٩٩٩ - طبقاً لتقدير مجلة البترول والغاز تقل بنسبة ٧ ٪ عن تقديرات «Cedigas»، بل إن احتياطيات الغاز الطبيعى لمنطقة الشرق الأقصى كانت طبقاً للمجلة تقل بنسبة ٣٠ ٪ عن تقديرات الوكالة الفرنسية.

من هذا المنطلق يخضع تقدير الاحتياطيات لاعتبارات عدة منها الشخصى وبعضها معايير موضوعية ثابتة يمكن قياسها بدقة، لذا تلجأ بعض الدول للمبالغة فى تقدير ما لديها من احتياطيات - وتسميها بالمؤكدة - لأسباب كثيرة سياسية واقتصادية كالرغبة فى الاقتراض بضمان ثروتها البترولية والغازية، كما أن شركات البترول العالمية تميل أحياناً للمبالغة فى التقديرات بهدف تقوية مراكزها المالية أو لتبرر قيامها بالإنتاج بوفرة، أو لتبرر إمكانية التصدير لخارج الدول المنتجة. ومن أمثلة عدم دقة حسابات احتياطيات الثروة الغازية ما قامت به المكسيك من خفض احتياطياتها المؤكدة من الغاز الطبيعى بأكثر من النصف من ٦٤ تريليون قدم مكعب عام ١٩٩٩ إلى ٣٠ تريليون قدم مكعب فى عام ٢٠٠٠، وأيضاً قيام بريطانيا فى التسعينات بخفض احتياطياتها المؤكدة من البترول بنفس القدر، يأتى هذا فى الوقت الذى تشير فيه التقديرات الحديثة إلى تزايد الطلب على إمدادات الغاز والتى قد تؤدى إلى تفاقم مشكلة وفرة العرض فى المدى القصير، خاصة مع توقع ارتفاع الطلب على الغاز الطبيعى المسال فى الشرق الأوسط وأوروبا.

بنهاية عام ٢٠٠٧ قدر إجمالى احتياطى الغاز الطبيعى العالمى بحوالى ١٨٨,١ تريليون (١٨٨,١ ألف مليار) متر مكعب، بزيادة نسبتها ٤٪ عن العام السابق، تبلغ حصة الدول العربية منه حوالى ٥٤,٧ تريليون متر مكعب، أى ما يعادل حوالى ٢٩٪ من الإجمالى العالمي، ويلاحظ أن الاحتياطيات العالمية للغاز الطبيعى تطورت خلال السنوات الأخيرة حيث ارتفعت فى عام ٢٠٠٧ بنحو ٦٪ عما كانت عليه فى عام ٢٠٠٢، وذلك على الرغم من الاستهلاك المتزايد خلال تلك الفترة. وتستحوذ قطر على

أكبر الاحتياطيات العربية(٤٧)، إذ تبلغ ٤٦٪، تليها المملكة العربية السعودية بنحو ١٢٪، ثم الإمارات العربية المتحدة بحوالى ١١٪، وكرد فعل مباشر لهذه الاحتياطيات ركزت العديد من الأقطار العربية على صناعة تحويل الغاز إلى سائل «Gas-To-Liquid, GTL» بهدف تصديره وجنى عوائد الاستثمار فى أحد البدائل الرئيسية للنفط، فالغاز من المحروقات عالية الكفاءة، قليلة الكلفة، منخفضة الانبعاثات، لذا يحتل المركز الأول فى الصناعات الكيماوية.

ويحظى موضوع تقلبات الأسعار فى أسواق الغاز الطبيعى بزيادة الاهتمام فى السنوات الأخيرة، حيث شهدت السوق العديد من الانخفاضات خلال الأعوام القليلة الماضية، وأيضا ارتفاعات عديدة أدت إلى اختلال فى ميزان مدفوعات الدول المستوردة للغاز، بينما أدت هذه الارتفاعات إلى ازدهار خزائن الدول المصدرة، والعكس صحيح فى حالة الانخفاض.

**الفحم**

**«لقد مضى قرابة خمسين عاماً والبترول يسيطر على الأسواق دون الفحم، ذلك لأن البترول أرخص سعراً وأكثر ملائمة، إذ نظراً لأن البترول يباع بسعر أقل من أربعة دولارات للبرميل الواحد فلا بد له أن يحل محل الفحم، ولكن هب أن سعره ارتفع إلى الضعف أو أكثر فسوف يحدث تحول كبير من البترول إلى الفحم، خاصة وأننا نملك كميات كبيرة من الفحم يمكنها أن تفى بمتطلباتنا لفترات طويلة(٤٨)»..**

كانت هذه كلمات هيرمان كان فى كتابه «العلم بعد مائتى عام» .. متصوراً أن ارتفاع سعر البترول لثمانية دولارات كفيل بتحويل أمريكا من مستهلك للنفط إلى مستهلك للفحم، والآن وبعد نحو ثلاثين عاماً ارتفعت فيها أسعار البترول إلى عنان السماء ثم نزلت سابع أرض، ثم ارتفعت وانخفضت، ثم ارتفعت، لم تتحول أمريكا عن البترول، بل خاضت حروبا لأجل تأمين مصادره وزرعت قواعد عسكرية بهدف حماية مسارات مروره، حتى تداولت العديد من الأدبيات أن علاقة أمريكا بالنفط دخلت مرحلة الإدمان !!.

تَكَوّن الفحم الحجرى من الأشجار والحشائش التى وجدت فى بحيرات كبيرة. فى البداية تراكمت هذه النباتات على شكل طبقات، وأُغرِقت بمياه الفيضانات فيما بعد، فتحللت وتحولت إلى خُث ذى لون بنى به أكثر من ٣٠٪ من الكربون، ويعتبر الخث المرحلة الأولى لتكوين الفحم. بعد ذلك غطت البحار سطح هذه الطبقات فتكونت ببطء طبقة من ترسبات الرمال والأوحال فوق طبقة الخث، واستمر تراكم الترسبات لآلاف السنين. وبفعل الضغط تحوّلَت المواد العضوية من الخث إلى الفحم البني، الذى تصل نسبة الكربون فيه إلى٤٠٪. وتلتها ملايين السنين، وزاد الضغط وازدادت الحرارة مما حول الفحم البنى إلى فحم أسود ناعم أو صخور نفطية تقارب نسبة الكربون بها ٦٦٪، ومع مرور الزمن تحول هذا الأخير إلى فحم حجرى يحتوى ٩٠٪ من الكربون.

| منتجو الفحم | مليون طن مترى | النسبة من المجموع العالمي |
|---|---|---|
| الصين | 2970 | 49.6٪ |
| أمريكا | 919 | 15.3٪ |
| الهند | 526 | 8.8٪ |
| أستراليا | 335 | 5.6٪ |
| أندونيسيا | 263 | 4.4٪ |
| جنوب أفريقيا | 247 | 4.1٪ |
| روسيا | 229 | 3.8٪ |
| كازاخستان | 96 | 1.6٪ |
| بولندا | 78 | 1.3٪ |
| كولومبيا | 73 | 1.2٪ |
| باقى دول العالم | 253 | 4.2٪ |
| العالم | 5990 | 100.0٪ |

| مصدرو الفحم | مليون طن مترى |
|---|---|
| أستراليا | 263 |
| أندونيسيا | 230 |
| روسيا | 93 |
| كولومبيا | 69 |
| جنوب أفريقيا | 67 |
| أمريكا | 33 |
| فيتنام | 25 |
| كازاخستان | 22 |
| كندا | 20 |
| التشيك | 4 |
| آخرون | 11 |
| المجموع | 836 |

| مستوردو الفحم | مليون طن مترى |
|---|---|
| اليابان | 165 |
| الصين | 114 |
| كوريا | 103 |
| الهند | 66 |
| تايوان | 60 |
| ألمانيا | 38 |
| إنجلترا | 38 |
| تركيا | 20 |
| إيطاليا | 19 |
| أسبانيا | 16 |
| آخرون | 180 |
| المجموع | 819 |

جدول (٢– ١): العشر الكبار من الدول المنتجة، والمصدرة والمستوردة للفحم

المصدر: International Energy Agency IEA, (2010) ،Key World Energy Statistics

يوصف الفحم بأنه مادة صلدة ذات لون أسود، يدخل فى تركيبه الكربون، والهيدروجين، والأكسجين، والنيتروجين بالإضافة إلى الكبريت. يوجد فى الطبيعة ثلاثة أنواع من الفحم هى فحم الأنثراسيت «Anthracite»، والذى يعرف بأنه أصلد الأنواع وأكثرها احتواء على الكربون وبالتالى فهو الأكثر احتواء على الطاقة، والنوع

الثانى فحم لجنايت «Lignite» الأقل صلادة واحتواء على الكربون لكنه يحتوى على قدر كبير من الهيدروجين والأكسجين، والنوع الأخير من الفحم يعرف باسم فحم بيتومينوس «Bituminous» أوسط الأنواع من حيث الصلادة والمحتوى الحراري.




استخراج الفحم بأحد مناجم ولاية تينيسى - أمريكا

www.youtube.com/watch?v=2TYMqwftTE

ترجع بدايات استخدام الفحم إلى الصينيين الذين استخرجوه من منجم فو-شون بشمال الصين، إلا أنهم كانوا يعتقدون أن الفحم ليس سوى حجارة تم حرقها. وتوجد عدة طرق لاستخراج الفحم من باطن الأرض، تتلخص إحدى هذه الطرق فى دق أعمدة أفقية أو رأسية فى باطن الأرض، بغرض إحداث تجاويف وممرات للوصول إلى الفحم ومن ثم استخدام مصاعد أو قطارات مصممة خصيصا للعمل بالمناجم فى نقل الفحم من باطن الأرض إلى خارج المنجم. يمكن نقل الفحم بالقطارات أو المراكب أو تكسيره وخلطه بالماء ثم ضخه فى خطوط الأنابيب بواسطة طلمبات لتوصيله إلى محطات القوى الكهربية لإمدادها بالطاقة اللازمة لها.

**الفحم ... المغضوب عليه**

أتصور أنه لم يحظ عنصر من العناصر المتاحة على كوكب الأرض باهتمام يقارن مع ما حظى به الفحم، فمع نشأة الحضارات استخدم الفحم فى الكتابة والرسم، وتسجيل الأحداث التاريخية، والفحم صورة من صور الكربون، كما الألماس، إلا أن الأخير أعلى نقاءً، كما أن ٩٨٪ من وزن الأنسجة الحية بعد تجفيفها تحوى الكربون والهيدروجين، لذا ينظر للكربون كأساس للمركبات العضوية.

والسؤال الذى يطرح نفسه: لماذا الكربون؟ والإجابة لأنه يشغل خانة واحدة فى الجدول الدورى مثل باقى العناصر، وصورته المعدنية هى الكربونات -كما فى كربونات الكالسيوم «الطباشير أو الجير»- لا تتميز بشئ واضح، ومع ذلك فلذرات الكربون

خاصية فريدة فى مركباته مع الهيدروجين(٤٩): فذرات الكربون تكون سلاسل، طويلة وقصيرة ومتشعبة، وسلاسل على شكل حلقات، أو عقد، أو سلاسل معقدة التركيب لها بنية فراغية، وهذه القدرة التى منحها الله سبحانه وتعالى للكربون هى التى جعلت منه صانع مواد الحياة المعقدة.

فى أوائل القرن الثامن عشر، ومع اختراع المحرك البخارى ظهرت الحاجة إلى مصدر لتوليد البخار، فكان الفحم أول هذه المصادر، وأكثرها قبولا، وأمست الدول التى تمتلك مناجم للفحم ذات غنى فاحش، فحجم الطلب يرتفع يوما بعد يوم، وبتقدم التطورات العلمية والتكنولوجية طويلة المدى، حازت الدول الصناعية المتقدمة القدرة على تغيير الجغرافيا التى تعيش فيها بسرعة، فقربت البواخر بين القارات وبعضها البعض، وسمحت أجهزة البرق «التلغراف» بتبادل المعلومات والرسائل فى شكل نبضات تناثرت فى الفضاء أشتات مجتمعات، فغدا الإسبان على مقربة من مستعمراتهم، غير أن جميع هذه الاختراعات وغيرها كانت تدور –فى ذلك الوقت– حول فلك استخدام الفحم بنوعيه النباتى والحجرى.

ظهرت أهمية الفحم الحجرى كمصدر للوقود فى عصر الثورة الصناعية فى أوربا الغربية ومنها انتشر استعماله إلى بقاع أخرى من الأرض حيث يتوفر مخزون منه. ويندرج تحت مسمى الفحم عدة أنواع تختلف فى تركيبها العضوى.






افتتاح أوليمبياد بكين الصين – عام ٢٠٠٨
www.youtube.com/watch?v=JsDY1Ha83M8

وحاليا، وبينما كان العالم ينظر بانبهار لحفل افتتاح الأوليمبياد فى استاد عش الطائر بالصين عام ٢٠٠٨ والذى أبدعه المعماريان السويسريان هرزوج ودو مورون بالتعاون مع الفنان الصينى آى ويجوى، وتداخلت فيه موتيفات صينية تقليدية عديدة، تناسى الجميع أن الأضواء المبهرة والعروض النارية كانت تغذيها طاقة استخرجت من جوف مناجم مقاطعة شانشى الصينية التى تنتج –منفردة– ٢٥٪ من الفحم

الصينى، لقد حاولت الحكومة جاهدة التعامل مع مشكلة التلوث، فحظرت مرور حوالى ٢ مليون سيارة فى الشوارع، وللفحم مكانة خاصة فى الصين، فى الوقت الذى أغلقت فيه العديد من الدول الصناعية محطات الطاقة التى تعمل بالفحم أو قيدت إنشاء محطات جديدة لأسباب بيئية تتعلق بخفض انبعاثات الكربون، وجد الفحم طريقه بقوة إلى أسواق آسيا، وبخاصة إلى الصين التى تنتج ٥٠٪ من الإنتاج العالمى، وتأتى الولايات المتحدة الأمريكية فى المركز الثانى عالميا من حيث الإنتاج، حيث تنتج مليار طن من الفحم تمثل ١٤٪ من إجمالى ٦٩٠٠ مليار طن أنتجت عام ٢٠٠٩ (راجع جدول «٢-٣»).

وقد زادت واردات الصين من الفحم حتى فى فترة الكساد الاقتصادى فى الدول الصناعية فى العامين الماضيين، وارتفع حجم تجارة الفحم عبر البحار فى عام ٢٠٠٩ إلى ٨٣٩ مليون طن قافزا من ٣٨٥ مليونا فى ٢٠٠١. وحتى عام ٢٠٠٩ كانت الصين مصدرا للفحم، لكن وارداتها منه وصلت هذا العام إلى ١١٤ مليون طن بسبب عدم جودة المنتج المحلى واحتوائه على شوائب كثيرة. ولذلك فهى تستورد أنواعا من الولايات المتحدة تقل فيها نسبة الكبريت، مما يخفض انبعاثات الغازات الضارة بالبيئة. يضاف إلى ذلك أن معظم المناجم فى الصين تقع فى مناطق داخلية بينما تقع المصانع على السواحل ولذلك فمن الأسهل استقبال الفحم المستورد عن طريق البحر من أمريكا الشمالية وأستراليا وحتى من أمريكا الجنوبية. وبالمقارنة، فإن استهلاك الدول الصناعية للفحم انخفض فى أوروبا والولايات المتحدة فى السنوات الخمس الماضية مع زيادة الاعتماد على الغاز الطبيعى ومصادر الطاقة المتجددة(٥٠).

وفى العادة يستخدم الفحم فى مناطق قريبة من مناجم الاستخراج لكن فى السنوات القليلة الماضية زادت صادراته إلى بلدان آسيوية كاليابان، وكوريا، والصين، والهند، ونتيجة لزيادة استخدامه فى آسيا، ارتفع سعر الفحم فى السنوات الخمس الماضية مما أنعش صناعته فى مناطق عديدة من العالم، وتتركز ٧٨٪ من استخدامات الفحم فى التطبيقات الصناعية، بينما تتوزع النسب الباقية على استخدامات مختلفة بين إنتاج الطاقة والنقل.

ويرى بعض الاقتصاديين أن الصين أنقذت صناعة الفحم فى بعض الدول، فبعد انهيار الصناعة فى كولومبيا عام ٢٠٠٨ وانخفاض الطلب عليه فى الولايات المتحدة وأوروبا عاد للانتعاش هذا العام مع تصدير عشرة ملايين طن إلى آسيا، كما زادت صادرات الفحم الاسترالية إلى الصين لتصل قيمتها إلى ٥,٦ مليار دولار فى ٢٠٠٩ بزيادة حوالى عشرة أضعاف قيمته فى ٢٠٠٨.

الجدير بالذكر، أن الفحم يشارك بنحو ٢٥٪ من إمدادات الطاقة الأولية على مستوى العالم، أى ٢٨٦٠ مليون طن بترول مكافئ، ليأتى فى المركز الثانى بعد البترول الذى يساهم بحوالى ٣٥٪، من إجمالى ١١٤٣٥ مليون طن بترول مكافئ، ينتظر ارتفاعها فى عام ٢٠٣٠ إلى قرابة ١٨ مليار طن بترول مكافئ، لتزيد معدلات انبعاث ثانى أكسيد الكربون فى الجو بمعدلات تتراوح بين ٣٤ و٤٢ مليار طن(٥١).

## احتياطيات الفحم

كان فلورينسيو آفالوس أول العمال الشيليين الذين جرى إنقاذهم من منجم سان خوسيه المنهار، والذى ما إن ظهر على سطح الأرض، حتى تعالت الصيحات والهتافات ابتهاجا بسلامته، فقد تابع العالم –بأنفاس محبوسة– فى أكتوبر ٢٠١٠ عمليات إنقاذ ٣٣ من عمال المناجم فى شيلى انهار عليهم المنجم أثناء العمل، وظلوا محاصرين مدة ٦٩ يوماً تحت سطح الأرض بنحو سبعمائة متر، كان الجميع يبتهل إلى الله أن يكلل جهود رجال الإنقاذ بإخراج جميع العمال أحياء، حيث تم تمرير كبسولة الإنقاذ من خلال مسارات التهوية، فى رحلة مكوكية تستغرق عدة ساعات فى الذهاب ومثلها فى الإياب، لكنها مرت كسنوات فى نظر أولئك العمال البسطاء المحاصرين، كانت التليفزيونات العالمية تبث على الهواء عمليات إنقاذ العمال، الواحد تلو الآخر ليوحد ذلك الحدث العالم أجمع، وفى زخم هذا الهم الإنسانى تناسى الجميع التباعد الجغرافى، وتنافر الاهتمامات الشخصية، فالأحداث الإنسانية ما زالت لها الجاذبية والقدرة على إلصاق الناس ببعضهم البعض.

إن زملاء فلورينسو فى مناجم العالم، يتعرضون لظروف عمل شاقة ومرهقة، بخلاف التعرض لحوادث، غالبا ما تنتهى نهايات مأساوية، معرضين حياتهم للمخاطر، يعملون فى استخراج الفحم من مكامنه، ليستخدم فى أنشطة متنوعة تثمر وتزهر اقتصاداً يغدق كربوناً !!.

تتركز احتياطيات الفحم فى كل من الولايات المتحدة الأمريكية، وروسيا، والصين، وأستراليا، والهند، حيث تمتلك هذه الدول الخمس حوالى ٧٨٪ من الاحتياطى العالمى، كما أن هذه الدول -أيضا- تستهلك سنويا نصيب الأسد، بما يعادل ٧٤٪ من إجمالى استهلاكات العالم عام ٢٠٠٩.

وتعد استراليا -التى تعتمد على الفحم فى إنتاج ٨٠٪ من الكهرباء- وإندونسيا الدولتين الأكثر تصديرا، حيث يصدرا ٤٤٪ من إجمالى الصادرات العالمية سنويا، لتأتى روسيا وجنوب إفريقيا فى المركزين الثالث والرابع، ويتوقع فى خلال المستقبل القريب أن تصبح الصين -خامس الدول من حيث ترتيب التصدير وسابعها من حيث الاستيراد- مستورد صاف للفحم(٥٢).

يقع حوالى ٩٥٪ من إجمالى احتياطيات الفحم العالمية فى أعماق بعيدة عن سطح الأرض، ويتم استخراجه بالتغويز«Gasification»، وعلى الرغم من أن تلك الطريقة لا زالت غير اقتصادية، فإن تصاعد أسعار النفط كانت محفزاً للبحث فى تطوير إنتاج الفحم، وبهدف تخفيض انبعاث الغازات الضارة الناتجة عن حرقه يجرى تطوير ما يسمى بتقنيات الفحم النظيف لتشجيع التوسع فى استغلال الاحتياطيات العالمية وتوفير الطاقة الضرورية لأغراض التنمية الاقتصادية النظيفة من دون الإضرار بالبيئة وتشجع بعض الدول الأكثر استهلاكا اعتماد على تلك التقنيات - وبالأخص الولايات المتحدة التى يتوقع أن تكون الرائدة فى مجال تطوير تقنيات الفحم النظيف - حتى أصبحت جزءاً من سياسة الطاقة بها كما جاء فى بيان مؤتمر قمة الدول الصناعية مجموعة الثمانية «G8»(*) الذى عقد فى اسكتلندا عام ٢٠٠٥ بدعم تلك

(*) تضم الدول الصناعية الكبرى فى العالم. أعضاؤها هم: الولايات المتحدة الأمريكية، اليابان، ألمانيا، روسيا الاتحادية، إيطاليا، المملكة المتحدة، فرنسا، وكندا. يمثل مجموع اقتصاد هذه الدول الثمانية ٦٥٪ من اقتصاد العالم وأغلبية القوة العسكرية (تحتل ٧ من ٨ مراكز أكثر إنفاقاً على التسليح وتقريباً كل الأسلحة النووية عالمياً). تتضمن أنشطة المجموعة عقد مؤتمرات لمراكز بحث سياسية تتجمع فى القمة السنوية التى يحضرها زعماء الدول الأعضاء. أيضاً، يتم تمثيل الاتحاد الأوربى فى هذه القمم، وكل سنة تتناوب الدول الأعضاء على رئاسة المجموعة. تضع الدولة الحائزة على الرئاسة الأجندة السنوية للمجموعة وتستضيف القمة لتلك السنة.

الدول المساعى الرامية لجعل توليد الكهرباء من الفحم وأنواع الوقود الإحفورى الأخرى أكثر نظافة وكفاءة.

وقد أصبح الدور المستقبلى للفحم فى مزيج الطاقة مدار نقاشات ساخنة ضمن المرحلة الحالية فى إعادة النظر بسياسات الطاقة الأوروبية فى ضوء القلق حول أمن إمدادات الطاقة، من جهة، وتوفر الفحم بكميات كبيرة لتوليد الكهرباء فى وقت يزداد فيه الاعتماد على استيراد الغاز الطبيعى لهذا الغرض، من جهة أخرى، وبالإمكان اعتبار تقنية تحويل الفحم إلى سوائل جزء من تلك التقنيات والتى بدورها أصبح ينظر إليها كخيار واعد أو استراتيجى فى بعض الأحيان يؤكده القادة السياسيون فى الدول المستهلكة وجزء بارز من سياسات الطاقة لتلك الدول.

## الفصل الثالث

# تحديات الطاقة

يعيش غالبية المواطنين فى معظم البلدان النامية عالما تغيب عنه نظم الطاقة الحديثة، فهناك حوالى ٢ مليار يعتمدون على الكتلة الحيوية فى توفير احتياجاتهم من الطاقة، مستخدمين أساليب غير آمنة فى إنتاجها، مما يجعلها وسائل تلوث البيئة أكثر مما تحافظ عليها، يستمدون منها الحرارة وليس الكهرباء، مما يحرمهم من خدمات عديدة تؤثر فى تنمية تلك البلدان. وبأخذ أبعاد هذه التأثيرات على التنمية الاقتصادية نجد تدنى معدلات التنمية فى الكثير من الدول النامية باستثناء عدد قليل منها.

الأمر الذى نتج عنه ظهور فئة أخرى من الدول أطلق عليها الدول الناهضة «Emerging Countries»، وهى الدول التى استطاعت تحقيق نهضة تقنية ظهرت مردوداتها فى شكل معدلات نمو تزيد على ٦٪ من إجمالى الناتج المحلى، وتضم هذه الدول الصين، والهند، والبرازيل، وجنوب إفريقيا. تعتمد نظم الدول الناهضة على ديموقراطية سياسية تحتضن أسواقاً حرة نشطة سريعة النمو، مع ريادتها للعديد من مجالات الهندسة وتكنولوجيا المعلومات، وتوافر بنية تحتية قوية تظهر فى امتداد شبكات السكك الحديدية، وشبكات هاتف حديثة، وانفتاح أسواق الطاقة بها على كافة التقنيات، قديمها وحديثها، مستثمريها المحليين والدوليين، بالإضافة إلى انتشار المطارات والموانئ الرئيسية والفرعية فى كل بلد من تلك البلدان، فالهند وحدها تمتلك ٣٣٤ مطاراً و١٢ ميناء رئيسياً و٨٧ ميناء فرعياً!!.

إن التحول -على الأقل- من دولة نامية إلى أخرى ناهضة، يستدعى توافر

إمدادات الطاقة دون قيد أو شرط فهى الغذاء الرئيسى لمفردات البنية التحتية من طرق واتصالات وخطوط مياه، شريطة العمل فى إطار بيئى مستدام، وإفساح المجال أمام المستجدات التقنية المتتابعة، فيوما بعد يوم تنخفض تكلفة الأنواع البديلة للطاقة، وتزيد فاعليتها، ومستوى الاعتماد عليها، والثقة فيها !!.

لقد تغيرت العلاقة تماماً بين قطاعات الهيدروكربونات والاقتصادات الوطنية، على مدار العقدين الماضيين فى معظم الدول النامية المنتجة للنفط، إذ لم يعد هذا القطاع قطاعاً خارجياً محصناً ضد حقائق الواقع والضغوط الاقتصادية والمالية، بعد أن أصبحت القيود الاقتصادية والبيئية تفرض وجودها على جميع المستويات، وارتباط تلك الأسواق بالسوق العالمية للنفط، أكثر من أى وقت مضى، لتقل قدرتها على التأثير فى سوق النفط بشكل كبير.

واليوم تقف محطات القوى وصناعة الكهرباء فى مواجهة عدة تحديات، تضع

الصناعة فى موقف غير متزن وغامض، فشركات مرافق الكهرباء عليها أن توائم أوضاعها بل ومواجهة الضغوط التى تأتيها من المستهلكين، إلى جانب السياسات الحكومية الغامضة فى ظل اقتصاد معالمه غير واضحة.

ومع الانشغال بهذه القضايا، إلى جانب تأمين إمداداتها وتوفير طرق اقتصادية للحصول عليها والاعتماد على موارد لا تخل بالنظام الإيكولوجي، تظهر التحديات غير مرتبطة ببلد دون آخر، إنه هم جمعى يكبر بزيادة الطلب على الطاقة، وغياب زمن الطاقة الرخيصة.

فى هذا الصدد، يواجه العالم عدة تحديات ترتبط ببعضها البعض، فمن تأمين الإمدادات، إلى الاستدامة التى يلهث خلفها الجنس البشرى، ليس فقط فى مجالات الطاقة، بل والمجالات الأخرى أيضا، كما تأتى تنافسية المصادر فيما بينها كمحدد رئيسى لأى من هذه المصادر يحوز السبق فى التطبيق، وتكون له الغلبة.

من هنا تأتى التحديات التى تواجه العالم بأسره متمثلة فى قضايا تغير المناخ – والتى سنخصص لها قسما مستقلا فى هذا الكتاب يقينا منا بأهميتها– وتزايد الاعتماد على الوقود الأحفوري، وتوفير سبل يسيرة للحصول على الطاقة، كل هذا يستدعى تحالفات وسياسات طويلة المدى بدأته بالفعل كيانات دولية عديدة أخذت طريقها نحو العمل الجاد. كيانات وجدت أن العمل بشكل منفرد لن يؤدى إلى تأمين موارد الطاقة، ولا إلى إنجاز الخطط البحثية التى تطمح إليها، فصدرت الدعوات إلى ترابط الجهود والعمل وفق منهج واحد واعتماد ميزانيات تكفل توفير غطاء مالى كاف للوفاء بمتطلبات أبحاث تجرى على مستوى عال من الدقة والجودة، وتضمن جذب أصحاب الخبرات المتميزة والأفكار المبدعة إلى هذه البرامج البحثية، فى حين نجد الصورة على الجانب الآخر تضم قدرات وإمكانات هائلة لكنها أشتات غير مجتمعات، ينظر كل منها صوب هدف يختلف مع غيره أكثر من الاتفاق معه، فلا تثمر الجهود غير أمنيات وطموحات لا تمت للواقع بصلة !!!.

### تأمين الإمدادات

يعبر مصطلح «تأمين إمدادات الطاقة» عن مدى إتاحة مصادر الطاقة اللازمة

للتنمية الاقتصادية بكميات كافية، واستقرار نسبي، وأسعار مقبولة، بالنسبة للدول المستوردة والمستهلكة لهذه المصادر(٥٣).

تسبب إجراءات تأمين مصادر الطاقة التقليدية -البترول والغاز الطبيعى والفحم- قلقا وهواجس بالغة للدول المستهلكة، فتأمين الإمدادات له عدة معان هامة، فللحاضر يعنى الاطمئنان إلى ما بلغه مستوى الحضارة المرتكزة على استهلاكات متزايدة للطاقة تضمن توافر نظم الاتصالات، وتدفق الأموال نتيجة العمليات الصناعية والتجارية، ورفع مستوى المعيشة. وللمستقبل يؤدى تأمين الإمدادات إلى تثبيت الأسعار، وإعداد الخطط المستقبلية على أسس واضحة، والطموح إلى مزيد من التقدم والرقى والرفاه.

وتختلف التهديدات التى تواجه مصادر الطاقة من تهديدات طبيعية، مثل توافر الوقود الأحفورى فى مناطق ذات طبيعة غير مستقرة، تتهددها الأعاصير والبراكين، وغيرها من الظواهر الطبيعية، أو مرور ناقلات البترول، أو الغاز، أو الفحم، عبر مسارات مائية ضيقة ذات طبيعة ملاحية معقدة، يطلق عليها النقاط المختنقة «Choke Points»، وهناك المخاوف الفنية التى قد تتعرض لها عمليات الاستخراج، أو التصنيع، أو النقل، ومنها الأمنى المرتبط باحتمالات تعرض مسارات نقل الوقود إلى تخريب متعمد، كما حدث مراراً فى خط إمداد الغاز الطبيعى من مصر إلى الأردن وإسرائيل منذ يناير ٢٠١١، أو وقف استخدام هذه المسارات جراء اضطرابات عرقية، كما فى إقليم كردستان الذى يمر به إمدادات البترول التركى، أو رد فعل لانقسامات داخلية، ودعوات بالانفصال كما حدث فى جنوب السودان حيث تم إعلان الدولة فى يوليو ٢٠١١، أو بكوارث طبيعية كتلك التى وقعت فى اليابان مارس ٢٠١١ حينما تعرضت لزلزال بلغت قوته ٨,٩ درجة على مقياس ريختر متبوعا بموجات تسونامى مدمرة.

على الرغم من الحوادث التى تعرضت لها مصادر الطاقة الأحفورية، ودخولها كسلاح له تأثيره فى أيدى مالكيه طلباً للحقوق، كما حدث أثناء حرب أكتوبر المجيدة، بين مصر وإسرائيل، واستخدام العرب للنفط كورقة ضغط على الدول التى تمد إسرائيل بالسلاح والدعم المادى، من خلال خفض معدلات إنتاجه، ليرتفع سعره إلى نحو أربعة أضعاف ما كان عليه قبل الحرب، ومروراً بتعقيدات الحرب العراقية

الإيرانية، وحرب الخليج، إلا أن مصطلح تأمين الطاقة لم يظهر بقوة إلا بعد أحداث ١١ سبتمبر ٢٠٠١، فقد لفتت دقة التجهيز والتنفيذ -من جانب الإرهاب- فى ضرب الأهداف الأمريكية الأنظار إلى وجود كم هائل من المواقع التى يمكن أن تكون أهدافاً سهلة للتخريب والتدمير، فالقائمة تضم: محطات الطاقة النووية، ومحطات الطاقة الحرارية (تستخدم البترول والغاز الطبيعى والفحم لإنتاج الكهرباء)، وآبـار إنتاج البترول والغاز الطبيعي، ومحطات التزود بالوقود، وأنابيب نقل البترول، وخطوط نقل الغاز الطبيعي، والسدود المـائية (لإنتاج الكهرباء من المصادر المائية)، وشبكات المياه.

هذا بخلاف استخدام العالم ٥٠ ألف سفينة نقل وشحن عملاقة يستخدم منها نحو أربعة آلاف سفينة فى نقل البترول المنتج من الحقول العملاقة البالغ عددها حوالى ١١٦ بئر تنتشر فى أرجاء كوكب الأرض ينتج كل منها نحو ١٠٠ ألف برميل يوميا من البترول، فى حين تستوفى باقى احتياجات العالم من أربعة آلاف بئر بترول صغير، بمتوسط ١٧ ألف برميل يوميا(٥٤).

إن أقرب مثال للتأثيرات التى تصيب الإمدادات رأيناه ولمسناه فى استمرار الثورة الليبية، والتى تؤثر بشدة على استقرار الأسواق العالمية وذلك لأنها منتج ضخم للنفط، حيث الاحتياطى من البترول ٤٤ مليار برميل تمثل حوالى ٣٪ من الإنتاج العالمى، وتقدر وكالة الطاقة الدولية إنتاج ليبيا من البترول بنـحو ١,٥٨ مليون برميل يومياً وذلك قبل اندلاع الثورة، وتشير التقارير الأخيرة إلى أن الإنتاج قد انخفض بصورة حادة. إن البترول الخام فى ليبيا ذو كفاءة عالية من ناحية التكرير وهو ما يوضح مدى تأثير الاضطرابات فى ليبيا على الأسواق العالمية للنفط.

أيضا وعلى الرغم من عدم كون البحرين مصدراً ضخماً للنفط، إلا أن اندلاع الاضطرابات فيها يهدد أمن النفط فى السعودية التى تشترك معها فى الحدود والخليج عامة، ومع الأخذ فى الاعتبار وضع المملكة العربية السعودية كأكبر منتج للبترول فى منظمة الأوبك، لذا فإن أى اضطرابات فى تلك المنطقة سيكون له تداعيات خطيرة ليس فقط على أسواق النفط العالمية، بل على الاقتصاد العالمى ككل. أما فى مصر فإن التهديد لا يأتى من إنتاج البترول، فمصر تستهلك حاليا أكثر مما تنتج، لكنه يأتى من احتمالات توقف مرور السفن فى قناة السويس لينعكس ذلك على سوق النفط.

## المسارات الحرجة

تشمل التهديدات الطبيعية المسارات الحرجة التى تمر بها ناقلات البترول بين القارات وبعضها البعض، وما يمكن أن تسببه هذه المسارات من حوادث شحوط، أو اصطدام، أو غرق تلك الناقلات، ومع زيادة احتمال الخطر فى الرحلات ترتفع تكلفتها لتنعكس على قيمة المادة المنقولة.

ويمكننا القول بأن معظم المسارات العالمية للنفط أصبحت توصف بأنها مسارات حرجة، فأكثر من ٣٥ مليون برميل تمر يوميا عبر الممرات الملاحية الضيقة نسبيا، وخطوط الأنابيب، وتكمن مخاطر احتمالات تعطل هذه المسارات، أو توقفها فى تأثيرها المباشر على أسعار النفط العالمية.

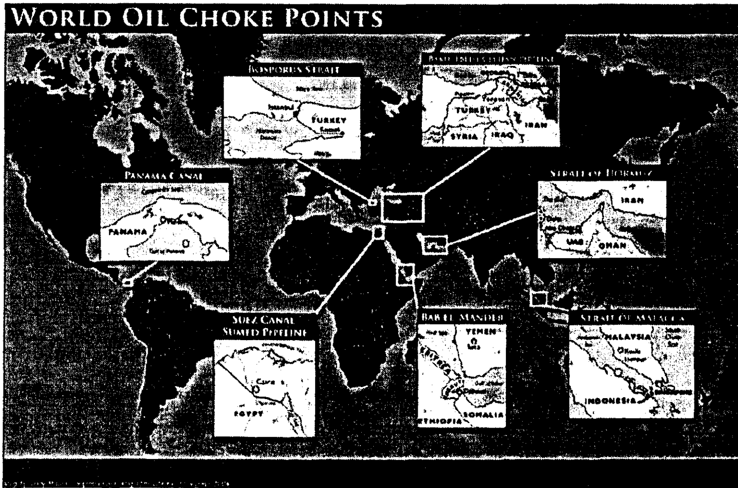
وبالنظر إلى أن الاستهلاك الرئيسى للنفط يقع فى الدول الغربية الصناعية، بينما تتحقق أقصى معدلات الاستخراج فى الشرق الأوسط، ودول الاتحاد السوفييتى السابق، وغرب إفريقيا وأمريكا الجنوبية، حيث الحجم الأعظم من التجارة العالمية للنفط، ويتم نقل هذه الكميات بطريقتين رئيسيتين: الصهاريج/الحاويات «Tankers» وخطوط الأنابيب «Pipelines»، فحوالى ثلثى تجارة النفط فى العالم (النفط الخام ونواتج التكرير) يتم نقلها فى حاويات من إجمالى ٤٣ مليون برميل هى حجم تجارة النفط الخام يوميا، لقد جعلت الحاويات العابرة للقارات من النفط سلعة يمكن تداولها عبر القارات، بتكلفة منخفضة، وكفاءة عالية، ومرونة فى مواجهة الطلب(٥٥).

ويمر البترول المنقول بحريا عبر مجموعة ثابتة من المسارات، فعلى طول الطريق، تواجة الحاويات مسارات مرور مختنقة (راجع شكل «٣-١»)، مثل مضيق هرمز المتحكم فى الخليج العربى، ومضيق ملقا الذى يربط المحيط الهندى -حيث النفط القادم من منطقة الشرق الأوسط- مع المحيط الهادى -حيث أسواق الاستهلاك الرئيسية فى آسيا، وتشمل المسارات الأخرى المرور من باب المندب الواصل بين البحر الأحمر وخليج عدن والمحيط الهندى ويفصل قارة آسيا عن قارة إفريقيا وبشكل أدق يفصل اليمن عن جيبوتي. وهناك قناة بنما، وخط أنابيب بنما اللذان يربطان بين المحيطين الهادى والأطلنطى، وقناة السويس وخط أنابيب سوميد الذى يربط بين البحر الأحمر والبحر الأبيض المتوسط، ومضيق البوسفور التركى الذى يربط البحر الأسود (والنفط القادم من منطقة بحر قزوين) بالبحر الأبيض المتوسط.

لا تسلك كافة التجارة بالحاويات نفس الطرق، بمعنى اختلاف حجم السفن المستخدمة، فعادة يوجد حجم اقتصادى للسفينة طبقا لطبيعة المسار، استنادا إلى ميناء الوصول، وطول الرحلة، والمحددات الفنية للمرور من المسار، وحجم التخزين، فالبترول الخام المُصدر من الشرق الأوسط تحمله ناقلات تتراوح حمولتها بين ٢٠٠ - ٣٠٠ ألف طن للحمولة الكلية، عادة أكثر من ٢ مليون برميل من النفط فى كل رحلة.

**قناة بنما**

تمتد قناة بنما بطول ٨٠ كيلو متر من مدينة بنما على المحيط الهادى إلى كولون على البحر الكاريبي، ويبلغ إجمالى البترول المار من خلالها ٤٠٠ ألف برميل يوميا، ويمكن للسفن عبور القناة بشرط أن تتراوح حمولتها الكلية من ٥٠ إلى ٨٠ ألف طن، ويجرى تنفيذ برنامج طويل الأجل لتوسيع عرض القناة الضيق، والممتد بطول اثنى عشر كيلو متر ليسمح للسفن بالمرور فى اتجاهين.




**شكل (٣- ١): خريطة المسارات الحرجة لناقلات البترول**

المصدر: http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:isP9F6mhfyLIVM:http://Lugar.senate.graphics

وتعد الولايات المتحدة الدولة المهيمنة على مرور المنتجات عبر قناة بنما، وأكثر حركة مرور للسفن عبر القناة تكون بين الساحل الشرقى للولايات المتحدة وقارة

آسيا، فى حين تصنف الحركة بين أوروبا وكندا والساحل الغربى للولايات المتحدة كثانى أكبر ممر مائى تجارى. ومع ذلك، فالمناطق الأخرى مثل أمريكا الوسطى والجنوبية، تعتمد نسبيا على القناة.

ويصنف النفط ومنتجاته كثانى أكبر الشحنات التى تم مرورها عبر قناة بنما، بما يمثل ١١٪ من إجمالى الشحنات العابرة للقناة، ولا تعتمد الولايات المتحدة بشكل كبير على القناة فى عبور وارداتها النفطية، حيث لا يتخطى نسبة ١٪ من إجمالى تلك الواردات.

### مضيق هرمز

يكتسب المضيق أهميته من مرور ١٥ مليون برميل بترول يوميا عبره تأخذ وجهتها إلى اليابان والولايات المتحدة وأوروبا الغربية، مما يضعه مع مضيق ملقا كأهم ممرين مائيين للنفط فى العالم، يتكون المضيق من قناتين واحدة للدخول والأخرى للخروج، بعرض ٣ كيلو متر لكل منهما، مع وجود منطقة عازلة بينهما بعرض ٣ كيلو متر، ويترتب على غلقه استخدام طرق ومسارات بديلة أطول (إن وجدت) مما ينعكس فى زيادة تكاليف النقل، من هذه الطرق خط أنابيب بسعة ٥ ملايين برميل يوميا، وخط سوائل أنابيب الغاز أبقيق – ينبع سعة ٢٩٠ ألف برميل يوميا، المار من المملكة العربية السعودية على البحر الأحمر، وبشكل نظرى، يمكن لـ١,٦٥ مليون برميل يوميا المرور عبر خط الأنابيب العراقى المار بالمملكة العربية السعودية، مع ضخ المزيد من النفط تجاه الشمال –إلى ميناء جيهان بتركيا، كما يمكن إعادة تفعيل ضخ نصف مليون برميل يوميا إلى لبنان عبر خط أنابيب «Tapline».

### قناة السويس

تربط قناة السويس بين البحر الأبيض المتوسط والبحر الأحمر، وهى ممر حيوى للبترول المتجه من الخليج العربى، وتحديداً المملكة العربية السعودية إلى أوربا والولايات المتحدة الأمريكية، يبلغ عرض القناة حوالى ٣٠٠ متر، ويمر بها خط أنابيب السويس البحر الأبيض المتوسط المعروف باسم سوميد «Sumed» قرابة ٥ مليون

برميل يوميا، كانت القناة قد أغلقت لمدة ثمانى سنوات على أثر حرب ١٩٦٧، كما تسبب شحوط ناقلتين عملاقتين عام ٢٠٠٧ فى إعاقة الملاحة بالقناة، ويعد الدوران حول إفريقيا عن طريق رأس الرجاء الصالح المسار البديل عن تعطل القناة، بما يعنى إضافة حوالى ١٠ آلاف كيلو متر لمسار الرحلة.

### مضيق ملقا

يربط المضيق المحيط الهندى بالمحيط الهادي، يمر من خلاله ١٥ مليون برميل بترول يوميا، تأتى من غرب إفريقيا والخليج العربى، لتصل إلى عموم مستهلكى قارة آسيا بالمحيط الهادى متضمنة الصين واليابان، وقد مر المضيق بفترات إغلاق أهمها فى عام ٢٠٠٣ نتيجة حوادث إرهابية، كما يؤدى الضباب الدخانى فى المضيق إلى مشاكل تنظيمية، والبديل لهذا المضيق إما مضيق «Lombok» أو مضيق «Sunda» فى أندونسيا، مع إمكانية إنشاء خط أنابيب بين ماليزيا وتايلاند.

### مضيق البسفور

يتحكم مضيق البسفور بين البحر الأسود وبحر مرمره، وهو ممر حيوى للبترول المنتج من بحر قزوين إلى وسط وشمال أوربا، ويبلغ عرضه حوالى ٨٠٠ متر، تعرض المضيق لعدة مرات من الإغلاق نتيجة لطبيعته الجغرافية المتعرجة، وبعض الحوادث الإرهابية التى وقعت بعد أحداث ١١ سبتمبر، ولا يوجد مسار بديل واضح حال إغلاق المضيق، مع إمكانية إنشاء خط أنابيب بطول حوالى ٢٥٠ كيلو متر بين روسيا وبلغاريا واليونان.

### الظواهر الطبيعية

تتعدد الكوارث الطبيعية التى تصيب كوكب الأرض مثل الأعاصير، والفيضانات، والبراكين، والزلازل، والأمطار الغزيرة، وموجات الثلوج، وغيرها، مسببة الكوارث فى خسائر هائلة بشرية ومادية، فهناك كارثة تسونامى التى ضربت فى ٢٦ ديسمبر ٢٠٠٤ عددا من الدول الآسيوية المطلة على المحيط الهندى كما شهد سلسلة من الأعاصير فى أمريكا وزلازل كان أعنفها ذلك الذى ضرب باكستان وخلف أكثر من

٨٧ ألف قتيل، وثلاثة ملايين مشرد، وزلزال اليابان ٢٠١١ الذى أوقع ما يزيد عن عشرة آلاف قتيل، مع انقطاع التيار الكهربائى والمياه عن المناطق المنكوبة فى الشمال الغربى، وحرائق مستودعات الوقود، مع مخاطر تسرب الإشعاع من محطتين نوويتين تستخدمان لإنتاج الكهرباء.

أما اليابان التى يربطها بالطاقة النووية ذكريات أليمة ترجع إلى ضرب مدينتى هيروشيما ونجازاكى بالقنبلة النووية من قبل أمريكا فى عام ١٩٤٥، فقد أعلنت حالة طوارئ نووية فى مارس ٢٠١١ بجميع أنحاء البلاد إثر إغلاق ١١ مفاعلاً بسبب الزلزال القوى الذى بلغت قوته ٨,٩ درجة على مقياس ريختر مصحوبا بموجات تسونامي، أدت إلى مقتل ١٣٠٠ شخص فى اليوم الأول للكارثة، ويوجد فى اليابان ٥٥ مفاعلاً تنتج ثلث احتياجات اليابان من الكهرباء، كما جرت عمليات إخلاء السكان من منازلهم فى دائرة قطرها ٢٠ كيلو متر حول أحد المفاعلات النووية التى بلغ سبب مستوى إشعاعه أعلى بثمانية أضعاف من المعدل الطبيعي.






زلزال وتسونامى اليابان – ٢٠١١

www.youtube.com/watch?v=aCz89UaGwpA

وتتمثل الخسائر المادية التى تخلفها الأعاصير فى تحطم مكونات البنية التحتية ومنها، محطات الكهرباء، ومستودعات الوقود، والسدود المائية التى تستخدم لخزن المياه وإنتاج الطاقة الكهربائية.

وقد أدت عاصفة شديدة إلى إنشطار ناقلة النفط اليونانية بريستيج إلى نصفين غرقت على أثرها فى المحيط الأطلنطى حاملة ٧٧ ألف طن من زيت الديزل إلى قاع المحيط، مهددة بأضرار بالغة للحياة البرية والمصائد البحرية بعد تسرب البترول الذى تحمله الناقلة إلى السواحل الإسبانية، تدفقت على إثرها آلاف الأطنان النفطية من الناقلة بعد غرقها مما أدى إلى تلويث عشرات الشواطئ ونفوق حوالى ٢٥٠ ألف طائر

من ١٨ نوعاً مختلفة، وإصابة الحياة البحرية فى إسبانيا بخطر كبير، إضافة إلى منع الصيد لمسافة تتجاوز ٤٠٠ كيلو متر من السواحل.

**الأعاصير والسيدات**

خلال عام ٢٠٠٥ اتجهت أنظار العالم ابتداء من منتصف فصل الصيف إلى الولايات المتحدة التى تعرضت سواحلها الجنوبية والشرقية لسلسلة من الأعاصير (كاترينا، وستان، وأوتيس، وأوفيليا، وويلما) أسفرت عن مقتل المئات وأثارت جدلا سياسيا حادا حول تعامل الإدارة الأمريكية مع تلك الكوارث، الطريف فى الأمر أن معظم أسماء الأعاصير هى لسيدات ... فيا ترى ما العلاقة؟!!.

كان إعصار كاترينا أكثرها قوة عندما ضرب عددا من المدن بالسواحل الجنوبية فى أواخر أغسطس وخلف دمارا واسعا وأضرارا مادية جسيمة قدرت بعشرات مليارات الدولارات وصفت بأنها غير مسبوقة. كانت مدينة نيوأورليانز الواقعة فى ولاية لويزيانا تنتظر إعصار كاترينا، فقد أفادت التقارير المسبقة بأن الإعصار يتحرك فى اتجاهها حيث خلف أضرارا بالغة فى المكسيك وجواتيمالا وهاييتي، كان هناك أمل أن تخف حدة الإعصار قبل وصوله إلى المدينة، إلا أن الإعصار ضربها بكامل قوته، فغرقت أجزاء كاملة من المدينة تحت مياه الإعصار، مما اضطر عناصر فرق الإنقاذ إلى استعمال القوارب للبحث عن الضحايا فيما شرد ٣٠٠ ألف شخص، ومع أن الإعصار كارثة طبيعية، إلا أنه نزل بشعبية الرئيس جورج بوش –رئيس أمريكا فى ذلك الوقت– إلى أدنى مستوياتها، كان الغضب من الإدارة فى كيفية التعامل مع الأزمة، وما نتج عنها من تبعات.

تسبب إعصار كاترينا الذى بلغت قوته الدرجة الخامسة بمقياس سافير–سيمسون المكون من خمس درجات فى توقف إنتاج العديد من الشركات عند مروره على منطقة حقول البترول والغاز باتجاه نيوأورليانز الأمريكية، وقد قدرت نسبة البترول التى حرمت منها أمريكا نتيجة للإعصار بـ٧٪ من الإنتاج المحلي، مما أدى إلى ارتفاع أسعار البترول الأمريكى الخام فى العقود الآجلة فى بداية التعاملات الآسيوية إلى أكثر من أربعة دولارات أمريكية، لتسجل مستوى قياسيا جديدا – فى ذلك الوقت –

فوق ٧٠ دولارا للبرميل، وذلك بعد أن تسبب إعصار كاترينا فى تلف منشآت التكرير فى خليج المكسيك مما أرغم المنتجين على وقف أكثر من ثلث إنتاجهم.

ولم تكد الولايات المتحدة تلتقط أنفاسها حتى بدت بوادر إعصار ريتا فى شهر سبتمبر ٢٠٠٥، والذى لعبت قوته فى تحريك أسعار البترول هبوطا وصعودا، وذلك فى علاقة طردية بين سعر البترول الخام وقوة الإعصار التى وصفت بأنها من الدرجة الخامسة ثم تراجعها إلى الدرجة الثالثة ثم توجس المتعاملون من زيادتها بشكل مفاجئ، كل هذه البيانات كانت تترجم بشكل مباشر على سعر البترول الخام.

ويضاف إلى سلسلة الكوارث الطبيعية، إعصار جونو الذى ضرب سواحل عمان وإيران وبعض قرى البحرين فى يونيو ٢٠٠٧ وتسبب فى وفاة نحو سبعين شخصا، وعطل صادرات النفط والغاز، ليقفز بسعر برميل البترول إلى سبعين دولارا فى ذلك الوقت، وقد أدى ضعف الإعصار أثناء تحركه عبر خليج عمان -أحد المسارات الرئيسية لشحنات النفط- فى عدم ارتفاع أسعار البترول عن ذلك الحد.

أيضا، فى سبتمبر ٢٠٠٩ انقض إعصار آيك على قلب صناعة النفط الأمريكية حول هيوستون متسببا فى ارتفاع أسعار البنزين مع تعطل حوالى ربع قدرة أمريكا لإنتاج النفط وتكريره(٥٦)، وقد ظهرت آثار الإعصار فى ارتفاع أسعار البنزين لأكثر من ٥٪، تصحبها مخاوف بشأن الامدادات وارتفاع قوة الإعصار، مما أدى إلى إغلاق ١٣ مصفاة تكرير فى تكساس كإجراء احترازى قبيل قدوم آيك.

## تهديدات فنية

تعد ناقلات البترول بحوادثها المتكررة كإلقاء النفايات، والمخلفات البترولية فى الماء، وحوادث ارتطام ناقلات النفط بالشعب المرجانية أو غرقها من الحوادث التى تؤدى إلى تلوث البيئة، يضاف إلى ذلك تسرب البترول سواء من ناقلات النفط بسبب الحوادث، أو من الآبار البحرية. ولعل أشد هذه الحوادث ما وقع فى أبريل ٢٠١٠، فبينما كانت شركة بريتش بتروليوم «BP» تقوم بإنهاء حفر البئر ماكوندو الواقع على عمق ١٦٠٠ متر فى أعماق مياه خليج المكسيك، قبالة سواحل ولاية لويزيانا، انفجرت

منصة الحفر المتعاقد عليها مع شركة ترانس – أوشن(٥٧)، وأدى الانفجار إلى مقتل أحد عشر عاملا، وأضاف بقعة سوداء فى تاريخ الولايات المتحدة الأمريكية، ولم تفلح الجهود المبذولة لإيقاف التسرب نهائيا إلا فى ١٧ سبتمبر من ذلك العام، ليتسرب نحو ٤,٤ مليار برميل.

وتهدد التسربات النفطية الكائنات الحية البحرية بصفة عامة فى المناطق المتضررة كالأسماك والسلاحف والطيور والشعاب المرجانية وغيرها من الأحياء البحرية والمحيطات، حيث إنه نظراً لتصاعد وتسامى الكثير من الأبخرة المختلفة من بقعة النفط التى تطفو على سطح الماء، فإن التيارات الهوائية تدفع بهذه الأبخرة بعيداً عن الموضع الذى تلوث بالنفط إلى الأماكن السكنية على الشواطئ والمناطق الساحلية بواسطة الهواء الذى يصبح مشبعاً بها إلى درجة كبيرة وبتركيز عال فوق المقبول مما يؤثر على النظم البيئية البحرية والبرية، كما أن زيت النفط يحتوى على العديد من المواد العضوية التى يعتبر الكثير منها ساماً، ويتسبب فى موت الكائنات المائية.





تسرب بترول بأحد حقوق شركة BP بأمريكا – مايو ٢٠١٠

www.youtube.com/watch?v=O-rJH9xB7fkNR=1&feature=fvwp

ومن جهة أخرى، يطفو النفط على سطح الماء مكوناً طبقة رقيقة عازلة بين الماء والهواء الجوي تمنع التبادل الغازى بين الهواء والماء فلا يذوب الأكسجين فى مياه البحر مما يؤثر على التوازن الغازي، كما تمنع الطبقة النفطية وصول الضوء إلى الأحياء المائية فتعيق عمليات التمثيل الضوئى التى تعتبر المصدر الرئيسى للأكسجين والتنقية الذاتية للماء مما يؤدى إلى موت كثير من الكائنات البحرية واختلال السلسلة الغذائية للكائنات الحية.

**تهديدات أمنية**

تختلف التهديدات التى يمكن أن تتعرض لها منشآت الطاقة الحيوية فى أنحاء العالم، فهناك التهديدات التى تصدرها دول ضد أخرى، مثل التهديدات التى يصدرها

الغرب لإيران، ومحاولات إثنائها عن امتلاك مفاعلات نووية مخافة امتلاك أسلحة دمار شامل، وأيضا ما قامت به القوات الأمريكية من قصف للبنية التحتية فى العراق، والتهديدات التى تخرج من جماعات ضد دول، مثل تهديدات تنظيم القاعدة بضرب أهداف حيوية، أو تعطيل البنية التحتية للمرافق.

ويقصد بتعطل البنية التحتية للمرافق عدم قدرة مرافق توليد ونقل وتوزيع الطاقة على أداء دورها فى منظومة الطاقة سواء على المستوى المحلى (شبكات نقل الكهرباء داخل الدول)، أو إقليميا (شبكات الربط الكهربائى بين الدول المجاورة لبعضها البعض) أو الدولى (شبكات نقل الطاقة الكهربية أو خطوط أنابيب البترول والغاز من قارة لأخرى) وذلك إما نتيجة أعطال تشغيل أو زيادة الأحمال أو عمل تخريبي.

وبناء على هذه التهديدات نستطيع أن نتخيل الفترة بين وقوع مثل هذه الضربات القاسية منفردة أو القاصمة مجتمعة، وبين معالجة تداعياتها، إنسانيا بإزالة الرهبة من داخل نفوس البشر، والثقة فى النظم الأمنية الوطنية بقدرتها على درء وتفادى مثل هذه الضربات، واقتصاديا باتزان الأسواق داخليا وخارجيا، وعودة أسعار المنتجات إلى أسعارها المعتادة، وبالتالى الوصول إلى مرحلة استعادة التوازن مرة أخرى!!.

**عدم الاستقرار الداخلى**

تشهد العديد من الدول فى الوقت الراهن –بما فيها الدول العربية– تنامى اتجاه عام نحو التقلبات السياسية الداخلية، لعدة أسباب منها رفض النظم الديكتاتورية الحاكمة، وسوء توزيع الثروات على أفراد الشعب، حيث تستأثر فئات بعينها بخيرات البلد حارمة منه غالبية أبناء الوطن، فتنتفض الثورات مطيحة بتلك النظم، بعد وقت يطول أو يقصر، لتضغط المراحل الانتقالية سلبيا على تجارة الطاقة، وقد يقود التحرك تجاه الديموقراطية والإصلاح السياسى فى المنطقة إلى فترات من عدم الاستقرار والاضطراب الإدارى خلال فترات التحول السياسى، وقد يفقد صناع القرار وضوح الرؤية، ويتم تأجيل تنفيذ برامج الإنفاق الحكومى الرئيسية مثل تلك المتصلة بتطوير صناعة الغاز الطبيعى، أو إمدادات الكهرباء.

وفى حين أن هناك توجهاً عالمياً لزيادة الاعتماد على مصادر الطاقة من بلدان الوطن العربى التى تتمتع بوفرة فى الموارد، تظهر احتمالات تعطل أو تأجيل بعض

أنشطة الاستثمار والتطوير فى تلك البلدان لفترات تختلف طبقا لطول المراحل الانتقالية وما تمر به هذه الفترات من تغيرات اجتماعية وسياسية، وما يسودها من اضطرابات مؤقتة. إن استراتيجيات الشركات العالمية العاملة فى قطاعات الطاقة بالدول العربية لا بد أن تضع فى الحسبان مثل هذا الاتجاه، وينبغى لها أن تستعد فى الوقت نفسه للتكيف مع الاضطرابات المحتملة سواء التى نشبت أو قد تنشب فى عدد من بلدان المنطقة.

فالمشهد العربى يمتد من المشاكل الاجتماعية والسياسية فى الأراضى الفلسطينية المحتلة، وما يحيط به الوضع فى العراق من شكوك، والموافقة فى استفتاء السودان على فصل شماله عن جنوبه مع توقع انفصال ثالث لدارفور، إلى تحرك العديد من الشعوب العربية نهايات عام ٢٠١٠ وخلال ٢٠١١ ضد العديد من الأنظمة الديكتاتورية لتمتد الثورات الشعبية وحركات التغيير من بعض الدول الواقعة فى شمال إفريقيا والتى أسفرت عن الإطاحة برؤساء مصر وتونس وليبيا واليمن واشتعال الأوضاع فى سوريا.

إن أول ما يتسبب فيه الاضطراب السياسى حدوث ضبابية وتخبط صنع القرار، فيؤدى ذلك إلى تأخير تنفيذ برامج الاستثمار، لذا فإن التحدى الأساسى يتمثل فى الحفاظ على الارتباط بالبلدان التى تتعرض لفترات طويلة من عدم الاستقرار أو الانتقال مع الإبقاء على خيار إعادة إقامة الروابط خلال فترات الحكومات الانتقالية، ويظل تقبل الشركات النفطية العالمية فى بعض البلدان عرضة للمخاطر بسبب العوامل السياسية، والاجتماعية، والثقافية، كما يعد تغير الأنظمة فى المنطقة عامل مخاطرة لأنه قد يقود إلى تحول فى العلاقات المطلوبة مع الشركات النفطية العالمية، واتفاقيات الإمداد بالوقود إلى بلدان بعينها.

كما يظهر توتر الشئون الداخلية فى اضطراب أسواق المال للمنتجات كافة وللبترول خاصة، فترتفع الأسعار إلى مستويات ترتبط بمدى التوتر إلى حد اتخاذ العديد من الدول قرارات فورية بإغلاق بورصاتها خشية الانهيار، حدث ذلك فى أمريكا عقب أحداث الحادى عشر من سبتمبر ٢٠٠١، وفى مصر إبان وبعد ثورة ٢٥ يناير ٢٠١١، هذا وترجع قرارات المضاربة فى البورصة إلى وجهة نظر المتعاملين

فيها وفرص الاستثمار المتاحة فى مختلف القنوات المالية الأخرى، فانخفاض قيمة العملة المحلية وزيادة الطلب على المواد الخام، تدفع الكثيرين إلى موجة شراء عارمة لا يقارن فيها حد الطلب بالعرض، ولا الأسعار بما كانت عليه من قبل.

### الأفيال تتصارع

أصبح الاعتماد على شبكات الكمبيوتر شبه مطلق فى عالم المال والأعمال، مما يجعل هذه الشبكات، نظرا لطبيعتها المترابطة، وانفتاحها على العالم، هدفا مغريا للعابثين، ومما يزيد من إغراء الأهداف الاقتصادية والمالية أنها تتأثر بشكل كبير بالانطباعات السائدة والتوقعات، والتشكيك فى صحة هذه المعلومات، أو تخريبها بشكل يمكن أن يؤدى إلى نتائج مدمرة، وإضعاف الثقة فى النظام الاقتصادي.

كما تستخدم شبكات المعلومات فى إدارة نظم الطاقة الكهربية، والمفاعلات النووية التى يمكن استخدامها لإنتاج الطاقة الكهربائية، وما حدث فى إيران مؤخراً خير دليل على ذلك، فالصراع الإيرانى الغربى يدور فى محاولات لمنع إيران امتلاك القدرة الذاتية على تخصيب اليورانيوم، وبالتالى شل قدرتها فى امتلاك أسلحة نووية، ومع المحاولات التى تبذلها أجهزة الاستخبارات المضادة لإيران، قامت عناصر من المخابرات الأمريكية بزرع فيروس ستكسنت «Stuxnet» فى كمبيوترات استوردتها إيران من شركة سيمنز الألمانية، وهذه الأخيرة كانت هدف انتقادات فى يونيو٢٠٠٩، عندما كشفت وسائل إعلام أنها باعت طهران أجهزة تكنولوجية حديثة استخدمها النظام الإيرانى فى رقابة الإنترنت وفى تنسيق اتصالات الباسيج[*]، إلا أن سيمنز هذه المرة، بالتعاون مع مختبر للأبحاث تابع لوزارة الطاقة الأمريكية فى ولاية ايداهو

---

(١) الباسيج (بالفارسية: بسيج) «وتعنى التعبئة» أو «قوات التعبئة الشعبية» هى قوات شبه عسكرية تتكون من متطوعين من المدنيين ذكور وإناث، أسسها الإمام مصطفى أحمد الموسوى الخمينى فى نوفمبر ١٩٧٩، تتبع الباسيج الحرس الثورى الإيرانى (الباسدران) الذى يتبع بدوره سلطة المرشد الأعلى للجمهورية الإسلامية فى إيران. كذلك تضم قوات الباسيج مجموعات من رجال الدين وتابعيهم.»، كان لتلك الميليشيا نشاط بارز أثناء الحرب العراقية الإيرانية فى الثمانينيات. ويبلغ عددهم حاليا قرابة ٩٠,٠٠٠ متطوع ومتطوعة، ويمكن أن يرتفع إلى مليون عند الحاجة. (المصدر: ويكيبديا).

أنتجت ستكسنت، الذى تم تصميمه خصيصا لاستغلال نقاط الضعف فى كمبيوترات سيمنز، التى استوردتها طهران بدورها لبرنامجها النووي. وتم تجريب الفيروس على مفاعل نووى بنى خصيصا باستخدام أجهزة الطرد المركزى بى-١ الليبية، التى تخلت عنها ليبيا فى عام ٢٠٠٤، وبعد أن تم التأكد من حسن عمل ستكسنت، تم إرسال الكمبيوترات إلى إيران، وقام الإيرانيون بوصلها إلى شبكتهم، فانتقل الفيروس إلى كل الكمبيوترات المشغلة للبرنامج النووى فى مدن ناتانز وبوشهر وقم، وما يفعله ستكسنت أنه يعطى الأمر للمحركات داخل أجهزة الطرد المركزية بالدوران بسرعة هائلة قد يؤدى إلى انفجارها، وفى الوقت نفسه، يعطى الفيروس رسائل تفيد بأن التخصيب يجرى طبيعيا فيطمئن العاملين لحين، ثم يجدوا أنفسهم وقد حاصرهم الفيروس بعد ما أتى على عتادهم. ويعتقد أن الفيروس ساهم فى تعطيل معظم أجهزة الطرد المركزية الإيرانية، وأن تخصيب اليورانيوم وصل إلى حالة من الشلل التام(٥٨).

ومن الإحصائيات التى يمكن لها أن تدلنا على مدى فاعلية إرهاب دول لأخرى، أو أفيال ضد أفيال، مع العلم بأن وحدة النوع فى الصراع لا تعنى تماثل القوة، ففى الأفيال القوى والضعيف، الكبير والصغير، ذو الحيلة والساذج، ضرب القوات الأمريكية بعض محطات الطاقة الكهربائية فى العراق أثناء حرب الخليج الثانية، حيث تشير المصادر إلى أن ضرب مولدات الطاقة الكهربائية العراقية أدى بشكل غير مباشر إلى موت ما بين ٧٠ إلى ٩٠ ألف مواطن عراقى كنتيجة مباشرة لعدم توفر الطاقة الكهربائية، كما ضربت السدود المائية، مثل سد الموصل ومحطته الكهربائية، وسد الكوت، ومحطات تنقية المياه، يضاف إلى ذلك ضرب المنشآت النفطية العراقية وما له من آثار مدمرة على الاقتصاد العراقى، وصحة المواطنين، والبيئة.

كما أدت الخلافات السياسية بين أمريكا وفنزويلا إلى ارتفاع أسعار النفط فى فبراير ٢٠٠٨، لتصل قيمتها إلى أكثر من ٩٣ دولاراً للبرميل، نتيجة المخاوف من تنفيذ فنزويلا لتهديدها بإيقاف إمدادات النفط لشركة اكسون موبيل الأمريكية(٥٩). يأتى هذا على الرغم من التأكيدات الأمريكية بتوافر احتياطيات تكفى لتعويض أى نقص

فى الإمدادات إذا ما قطعت فنزويلا صادراتها، كما أن مخزونات النفط فى الولايات المتحدة تبدو قوية، وقد جاء هذا الارتفاع، بعد قرار الرئيس الفنزويلى هوجو شافيز بقطع إمدادات النفط عن شركة اكسون موبيل، بعد أن فازت الشركة الأمريكية بقرار قضائى بتجميد أموال فنزويلية فى الخارج بقيمة ١٢ مليار دولار، فى معركة للحصول على تعويض بعد أن صادر شافيز مشروعاً نفطياً من قبل.

### لسعات النحل

يُنظر للتنظيمات الإرهابية والعصابات المسلحة كمصدر تهديد للدول ككل، حيث تحاول هذه التنظيمات توجيه ضربات موجعة للدول التى تعاديها، وتعد مصادر الطاقة ضمن المناطق التى يمكن توجيه ضربات لها، ففى نيجيريا والتى تعد أحد أكبر موردى البترول على مستوى العالم يتواجد بها -فى دلتا نيجيريا- نحو ١٢٠ تشكيلاً عصابياً مسلحاً تحارب من أجل زيادة حصة المناطق التى تتواجد بها من عائدات البترول، وتشمل نفس النظرة أيضا تنظيم القاعدة -الذى اغتيل قائده أسامة بن لادن أوائل مايو ٢٠١١- والذى تأتى هذه المواقع ضمن أولوياته وأجندة أعماله.

تشبه العمليات التى تقوم بها الجماعات الإرهابية لسعات النحل فى جسد الأفيال، فمع أن اللسعات تلهب الجلد، وتتسبب فى تهيجه، إلا أنها غير مميتة ما دامت منفردة ومتباعدة، ولا يعنى هذا تجميل تلك الهجمات، ولكننا نوضح أنها لا يمكن أن تصيب الجسد بالوهن، بل تدعمه وتقويه إذا ما وقف الجميع فى الملمات والمصائب جنباً إلى جنب.

فى ١٥ يونيو، ٢٠٠٤ نشر الشيخ عبد الله بن ناصر الراشد كتاب بعنوان «الأسس العقائدية لاستهداف البترول»، حدد فيه ستة تأثيرات لما يمكن أن يسفر عنه استهداف منابع النفط، أربعة من هذه التأثيرات له آثار كارثية سواء على الاقتصاد أو البيئة أو الأفراد، ومن ثم الدول، وهذه الآثار هى: رفع أسعار البترول، وارتفاع التكلفة اللازمة لتأمين مصادر الطاقة، والتأثيرات الكارثية على عوائد الاقتصاد فى العالم كافة والولايات المتحدة الأمريكية خاصة -حيث يتسبب دولار واحد زيادة فى

سعر برميل البترول لمدة عام فى تحميل الميزانية الأمريكية بنحو ٧,٧ مليار دولار، وعدم الاستقرار كمحصلة لاضطراب أسواق النقد المحلية والأجنبية، أما التأثيران الأخيران فهما –للغرابة– إيجابيان: العمل على تنوع مصادر الطاقة لمجابهة الزيادة فى أسعار البترول، وزيادة الاعتمادت المخصصة لأبحاث الطاقة البديلة.

وفى نظرة تشاؤمية لآليكس شميت(٦٠)، مستلهما أسلوب تنظيم القاعدة المتمثل فى تنفيذ العديد من الهجمات المتزامنة مع بعضها البعض –مما جعل من هذه الهجمات سمة مميزة للقاعدة– يتخيل سيناريو مستقبلى سوداوى، تشن فيه عدة هجمات متزامنة تكون فيه لسعات النحل شديدة الإيلام، تترك –فى أخف الحالات– ندوبا لا تنسى، وتوقع –فى أسوئها– اقتصادات دول عدة، والمواقع التى تضمنها هذا الكابوس هى: تجمع معالجة البترول فى أبقيق بالسعودية الذى يضخ يوميا ملايين براميل البترول تحملها السفن لتوزعها على العالم، والمسارات الحرجة لحاويات البترول مثل مضيق مالاقا، ومضيق هرمز الذى يتحكم فى نقل ٢٠٪ من الاستهلاك اليومى العالمى للبترول، وقناة السويس بإغراق سفينة أو أكثر، مسببة خسائر كبيرة ليس لمصر وحدها بل وللتجارة العالمية التى تعتمد بشكل رئيسى على القناة فى نقل تجارتها.

كما تمتد التهديدات إلى آثار عدم استقرار إنتاج البترول العراقى حوالى ٢,٥ مليون برميل يوميا وما له من آثار سلبية، حيث وقع ما يقرب من خمسمائة عمل تخريبى لآبار نفط العراق، أدت إلى اضطراب عمليات الاستخراج، والتأثير على صادراته من النفط، والتى كانت تبلغ ٨٠٠ ألف برميل يوميا.

**انفلات الأسعار ... ترويض النمرة**

يعد البترول سلعة استراتيجية تخضع لضغوط السوق، فاقتراب سعر البرميل فى الآونة الأخيرة من حاجز المائة دولار، يأتى كرد فعل لكثير من المتغيرات والعوامل من قبيل، طبيعة الاستكشافات ونوعية الخام المعروض للبيع من الزيت الخام الثقيل، وتذبذب سعر صرف الدولار أمام اليورو، إلى جانب تنامى اقتصاديات دول يتراوح معدل نموها السنوى بين ٦٪ و٩٪، وأخيرا الأوضاع السياسية فى العديد من بلدان

ذات ثقل وحجم مؤثرين فى الساحة العالمية لإنتاج البترول، تتشابك هذه العوامل مع بعضها البعض بشكل يصعب معه فصلها أو عزلها.

يمثل عدم استقرار أسعار مصادر الطاقة وبخاصة البترول والغاز إلى جانب تركز مصادر هذه الموارد فى أيدى بعض الدول دون غيرها قلقا للدول الصناعية، لذا تبدو أمور من قبيل وضع سياسة عامة وقانون يمكن من خلاله السيطرة على أسعار موارد الطاقة والتقليل من تأثير تقلبات الأسواق على هذه السلع الاستراتيجية قدر الإمكان – أمورا ملحة وضرورية من وجهة نظر الدول المستوردة للنفط والغاز.

إن ما تتعرض له اقتصاديات الدول من آثار سلبية نتيجة تغير أسعار الوقود، يمكن الحد منها بتنمية ابتكارات المصادر الجديدة للطاقة، إلا أن هذه الدول لا تستطيع وحدها مواجهة تحديات مستقبل الطاقة الذى يكتنفه الغموض، ما لم يتوافر حشد عالمى يخصص موارد مالية وفكرية لتطوير هذه التكنولوجيات.

فأسعار البترول يصعب ترويضها، فهى هادئة أحيانا، متمردة أغلب الوقت، تماما مثل كاترين فى رواية ترويض النمرة(*)، فيؤثر انفلاتها تأثيراً مباشراً وغير مباشر على كافة المنتجات، فنسبة الطاقة فى تكلفة إنتاج الحديد والألومونيوم تصل إلى ٣٠٪، أما الأسمنت والثلج فترتفع فيهما إلى ٥٥٪ و٧٠٪ على الترتيب(٦١)، وينجم عن مثل هذه التأثيرات أعباء إضافية على ميزانيات الدول كافة، وبخاصة النامية منها، فيثقل كاهلها بديون وعجز، قد يؤديان إلى انهيار الاقتصاد.

من ناحية أخرى، ليس كل ما يترتب على ارتفاع أسعار البترول شر، فأحد إيجابياتها أنها تدعم وتحفز التوجه نحو المصادر البديلة، والتى أصبحت بعض تقنياتها فى موضع المنافسة مع المصادر الحرارية لإنتاج الطاقة مثل إنتاج الطاقة الكهربية من محطات الرياح، واستخدام السخانات الشمسية فى أغراض تسخين المياه بالمنازل والمصانع وغيرها، فارتفاع معدلات الطلب على تقنيات الطاقة المتجددة ينعكس فى خفض أسعارها، حيث ترتفع إنتاجية المصانع، وتصل تكلفة الإنتاج إلى أدنى معدلاتها، مع تحقيق أعلى ربح، وتعد الخلايا الفوتوفلطية «Photovoltaic»

(*) إحدى روايات «وليم شكسبير».

التى اكتشفت على يد إدموند بيكوريل فى عام ١٨٣٩ خير مثال على ذلك(٦٢)، فقد استغرقت قرابة ١٢٠ عاماً حتى خرجت على يد علماء معامل بل فى شكل مصدر متواضع للكهرباء كان الأول من نوعه فى إنتاج الكهرباء دون الحاجة إلى حركة ميكانيكية بغرض تزويد الأقمار الصناعية بالطاقة، وبالنظر فى علاقة سعر الخلايا الفوتوفلطية بالطلب عليها، نجد أن أسعارها ظلت مرتفعة عندما كان الطلب منخفضاً فى أوائل الثمانينيات، ثم انخفضت أسعارها سريعا منذ منتصف التسعينيات بالتزامن مع ارتفاع الطلب، مما أدى تلقائيا إلى زيادة إنتاجية المعامل ومراكز الأبحاث لتنخفض الأسعار !!، لقد انهارت أسعار القدرات المركبة من الخلايا الفوتوفلطية فى منتصف السبعينيات من ١٢ دولاراً للوات إلى ٥ دولارات للوات بنهاية التسعينيات من القرن الماضى، وإلى قرابة ٣ دولارات فى الآونة الأخيرة.

**برواز: (٤)**

**يعد الهاتف المحمول مثالا أكثر وضوحا لتأثير السوق على خفض الأسعار، فعندما نقارن بين أسعاره أول تداوله فى منتصف التسعينيات نجدها تقترب من الألف دولار لكل من الهاتف والخط معا، وفى غضون سنوات قليلة من تداوله التجارى وارتفاع معدلات الطلب عليه، أصبحت بضعة دولارات كافية لاقتناء هاتف جذاب يتمتع بقدرات تفوق قدرات جده الأكبر مقابل قروش معدودة للدقيقة الواحدة !!.**

على الرغم من تحسن حالة الاقتصاد فى الدول المصدرة كنتيجة لارتفاع عائدات البترول إلا أن الوضع يبدو مختلفا فى الدول المستهلكة، فإذا وضعنا فى الاعتبار أن رفع سعر برميل البترول سنويا بمقدار دولار واحد يعنى زيادة قيمة فاتورة الطاقة فى مصر بنحو ٤٣٨ مليون دولار سنويا لتصورنا حجم الخسارة التى يمكن أن تصيب الكثير من الاقتصادات العالمية، فقد أدى ارتفاع أسعار البترول خلال حرب أكتوبر المجيدة إلى خسارة للاقتصاد الأمريكى –فى ذلك العام– بلغت ٣٥٠ مليار دولار(٦٣).

وعلى المستوى الإقليمى تشهد دول مجلس التعاون الخليجى منذ سنوات

طفرة نفطية كبيرة هى الثانية بعد الطفرة البترولية الأولى التى امتدت من منتصف السبعينيات إلى منتصف الثمانينيات، حيث تشهد أسعار البترول ارتفاعا كبيرا ومتصاعدا منذ عام ٢٠٠٣ قاد إلى موارد مالية ضخمة وغير مسبوقة فى تاريخ المنطقة. وقد أنتج هذا الارتفاع غير المسبوق لأسعار البترول آثارا كبيرة على واقع الاقتصادات الخليجية على مستويات مختلفة، وأشار تقرير لمجلة نيوزويك الأمريكية، نشرت نتائجه صحيفة الرياض السعودية، إلى أن دول مجلس التعاون الست حصلت بنهاية عام ٢٠٠٧ على دخل إضافى من نفطها، قدره معهد التمويل الدولى بـ ٥٤٠ مليار دولار، وأكدت المجلة أنه إذا ما استمرت الطفرة الراهنة، فإن التكتل الخليجى سيصبح سادس أكبر اقتصاد فى العالم بحلول سنة ٢٠٣٠، وبحسب تقديرات معهد التمويل الدولى فإن دول مجلس التعاون كسبت خلال السنوات القليلة الماضية ١,٥ تريليون دولار من مبيعاتها البترولية(٦٤).

لكن الذى لاشك فيه، أن انخفاض أسعار البترول لابد أن يلحق أضراراً بالاقتصادات التى تفرط فى الاعتماد على مصدر واحد للداخل، ومفاد هذا الكلام أن دول الخليج لا يجب أن ترى فى الفورة البترولية الحالية وضعا دائما مهما كانت المؤشرات تشير إلى استمرارها لوقت طويل، كما أن عليها أن تستغل هذه الطفرة فى بناء اقتصاد للطاقة لا يعتمد على سلعة واحدة متقلبة الأسعار.

إن الكثيرين فى الدول النفطية لا يرغبون فى نشر استخدامات الطاقات المتجددة لا لشئ إلا لأن اقتصادهم قائم على تصدير ما تنتجه آبارهم من بترول وغاز، وهم فى رفضهم للتقنيات المتجددة يدافعون تحت عباءة أن غلبة الطاقة المتجددة تدمير لاقتصاد تلك البلدان، ومن المعروف أن التصورات الخاطئة تتسبب فى رفض أمور برمتها قبل مناقشتها بحيادية مما يفتح أبوابا لسبل التعايش معها واتخاذها سببا للقوة، من هنا يمكننا إعادة النظر فى مثل هذه الدوافع بأن وجود الطاقة المتجددة لا يعارض نمو دول يعتمد اقتصادها على تصدير النفط أو الغاز، لأن عائدات تصدير تلك الموارد تصلح لإقامة صناعات قوية بتلك البلدان تتحول بها من مستورد محتمل لتكنولوجيات الطاقة المتجددة إلى مصدر أكيد لهذه التقنيات، ومن ثم تحصد

دوما العائدات، ففى زمن يسيطر عليه الوقود الأحفورى تجنى دول الوفرة عائدات التصدير، وفى مستقبل تنتشر فيه تكنولوجيات الطاقة المتجددة تحقق ميزانيات تلك الدول عائدات وفيرة أيضا.

إن نموذج التعايش الذى نبحث عنه ربما لم يتحقق سوى فى دولة الإمارات العربية المتحدة، التى مع غناها بموارد النفط والغاز اتجهت لبناء اقتصاد يعتمد على نفث كربون أقل، فأقامت مدينة مصدر لطاقة المستقبل، وأخذت تستثمر فى المصادر المتجددة، ليس فقط داخل الإمارات بل وخارجها عربيا ودوليا، وحازت أيضا المقر الدائم للوكالة الدولية للطاقة المتجددة «إيرينا» فى يونيو ٢٠٠٩.

إن تحول اقتصاد الدول من الاعتماد على الموارد الإحفورية ليس ببعيد كما يظن البعض، ففى كل عام تنمو المساحة الخضراء التى تشغلها التكنولوجيات المتجددة والنظيفة، ومن الأجدى أن تعمل تلك الدول على تهيئة اقتصادها ليتقبل استيعاب تلك المصادر، بدلا من انتظار تحول البترول إلى منتج من المستوى الثالث، حيث يحتل الوقود الأنظف المستوى الثانى بعد المصادر المتجددة التى ستمتلك المركز الأول، إن مثل هذا اليوم ليس ببعيد، فإننى أراه قريبا ويرونه بعيدا.

أى أن تزايد الاعتماد على الطاقة المتجددة فى الوطن العربى بصفة عامة وفى دول مجلس التعاون الخليجى بصفة خاصة سوف يعمل على تأمين تعرض الاقتصاد العربى ضد مخاطر تقلبات السوق، هذا بالإضافة إلى مشاركة العالم العربى فى صياغة وبناء تكنولوجيات الطاقة المتجددة بما يتناسب مع تطبيقاته واحتياجاته، ويتواءم مع بيئته وثقافته التى تميزه عن غيره من المجتمعات الأوربية، فينتج نظم مناسبة تتآلف معه.

من ناحية أخري، سمحت الزيادة فى أسعار البترول بتنمية الاستثمارات فى بدائل الطاقة من ١٣٠ مليار دولار عام ٢٠٠٨ إلى ١٥٠ مليار دولار فى ٢٠٠٩، لتقفز فى نهاية عام ٢٠١١ نحو ٢١٠ مليار دولار واحتلال كل من ألمانيا والصين وأمريكا المراكز المتقدمة فى تلك الاستثمارات.

وتأكيدا على الدور الفاعل للحكومات فى تنمية استثمارات الطاقة البديلة، أعلنت الحكومة الصينية عن تشجيع إنتاج الوقود الحيوي، بغية خفض اعتمادها على البترول

المستورد، والذى تستمد ٤٣٪ منه من الخارج، بعد أن كانت تصدره فى الماضي، ومن الناحية البيئية، يعتبر الوقود الحيوى بديلا أفضل عن النفط إلا أنه يؤثر على سلة الغذاء العالمى، وحتى لا يتأثر ميزان الغذاء الصينى بُدء بتطوير تكنولوجيات تعتمد على مصادر غذاء أقل أهمية مثل عصير الذرة السكرية ونبتة الكاسافا، ومصادر غير غذائية مثل السليولوز المستخرج من النباتات والأشجار والحشائش والفضلات إلا أن عملية تحويله إلى وقود سائل تتسم بالصعوبة وارتفاع التكلفة(٦٥).

## الاستثمارات اللازمة لقطاع الطاقة

تعتمد العملية الإنتاجية على توليفة عناصر الإنتاج «العمل ورأس المال والأرض أو الموارد الطبيعية، والتنظيم»، تتحدد نسبة كل منها طبقا لطبيعة المنتج، فكما هو معروف يبنى العمل والتنظيم على الجهد البشرى سواء العضلى أو العقلى أو كليهما معا، فى حين أن الأرض أو الموارد الطبيعية من هبات الله سبحانه وتعالي، أما العنصر الرابع فرأس المال ناتج الجهود البشرية المتراكمة، وقد أصبح لرأس المال دور فاعل فى العملية الإنتاجية يزيد بزيادة المعرفة الفنية أو التكنولوجية وزيادة دور الميكنة، كما يزيد كذلك بتطور الاقتصاد وتقدمه.

لقد نمت الاستثمارات فى مجال الطاقة المتجددة على مستوى كبير نموا لا يمكن إنكاره، حيث ارتفعت قيمة الأنظمة الجديدة التى يجرى تركيبها من حوالى ٢٠ مليار دولار فى عام ٢٠٠٤ إلى ٢١٠ مليار دولار فى عام ٢٠١١، يضاف إلى هذه الاستثمارات ما يتم إنفاقه على إنشاء مصانع إنتاج أنظمة المركزات الشمسية والخلايا الفوتوفلطية وتوربينات الرياح وغيرها من أنظمة إنتاج الطاقة النظيفة، كما بلغ حجم الإنفاق الحكومى على أنشطة البحث والتطوير فى عام ٢٠٠٩ ما قيمته ٢٤,٦ مليار دولار، بزيادة قدرها ٢٪ عن العام السابق(٦٦)، ذهب أغلبها إلى تكنولوجيات ترشيد الطاقة. إلا أن اندماج الشركات الكبرى والأسواق يظل عصب أسواق الطاقة، لقد أجمعت الآراء على أن الصين والهند والبرازيل هى أكبر أسواق الطاقة المتجددة، لذا تتجه الشركات العالمية نحوها بتركيز عملها واستثماراتها فيها، فأسواقها كبيرة، وسياساتها واضحة، والدول ملتزمة بما تعلنه من خطط وآليات تنفيذ،

فنجحت الشراكات الآسيو-أوربية والآسيوية الخالصة التى أُنشئت لهذا الغرض، كما حققت الشركات الأوربية التى استثمرت هناك نجاحات مماثلة.

**برواز: (٥)**

**يحتاج صيد السمك بإمساكه باليد -الصيد البدائى- إلى ثلاثة عناصر هى موارد طبيعية (النهر أو البحر والسمك)، والجهد البشرى أى العمل (الصيد) والتنظيم ( تحديد طريقة الصيد وأوقاتها وأماكنها) ولا يشترط توافر المال (رأس المال) فى هذه الحالة، وذلك لأن عملية الصيد ستتم باليد.**

**ومع مرور الوقت، وتفهم الصيادين لعملية الصيد وصعوبات الصيد باليد، استطاع أحد الصيادين أن يخترع آلة تساعده فى صيد عدد أكبر من السمك وفى نفس الوقت المخصص للصيد باليد، ولتكن هى الرمح، فإذا قام بصنعه بنفسه فسوف يؤدى ذلك إلى تضحيته بوقت من المفترض أنه كان مخصصا لصيد السمك، وبالتالى فقد ضحى بجزء من السمك المتوقع صيده، وإذا عهد لغيره بصنعه فسوف يدفع له مقابل جهده، وفى كلتا الحالتين لا بد وأن يضحى الصياد بجزء من الدخل مقابل الحصول على هذه الآلة (رأس المال) التى ستساعده فى زيادة دخله.**

**وحيث إن الذهن البشرى لا يتوقف عن التفكير والتطوير فسوف يستطيع -فى فترة لاحقة- استبدال هذه الرماح بالشباك (رأس المال)، يترتب عليها وجود متخصصين لأداء هذا العمل إلى جانب متخصصين فى الإصلاح والصيانة، وطالما أن رأس المال يساعد فى زيادة الدخل فمن الممكن التضحية بجزء من الدخل الجارى لدفع متطلبات رأس المال، ويمكن أن نلاحظ أن إنتاج الشباك واستخدامها فى العملية الإنتاجية (صيد السمك) يساعد فى زيادة الإنتاج (السمك) أو الناتج (الدخل)، كما أن صيانة الشباك القديمة واستبدالها بأخرى جديدة سوف يساعد فى المحافظة على نفس المستوى من الإنتاج.**

**مثال مبسط للتعرف على دور رأس المال فى العملية الإنتاجية ومنشئه كجهد بشري....**

إن ضخ المزيد من الاستثمارات فى قطاع بحث وتطوير تكنولوجيات الطاقة البديلة سوف يعمل على تسارع اندماج تلك التطبيقات فى المجتمع وعلى إيجاد أدوار أساسية لها بدلا من انتظار الأدوار الثانوية أو التكميلية التى لا يمكن الركون أو الاعتماد عليها، وبدلا من أن تكون مصدر غير جاذب ولا يعتمد عليه، تتحول إلى أحد المصادر الرئيسية فى إنتاج الطاقة.

على الرغم من تكرار الكثير من النداءات نحو تعظيم الاعتماد على المصادر النظيفة للطاقة، إلا أن البدائل التى يمكن إضافتها إلى حزمة الطاقة لبلد ما تظل مرهونة بتوافر شروط ثلاثة، أولها: الإتاحية التكنولوجية –أو تحقق نسبة مشاركة محلية مقبولة، وثانيها: توافر الكفاءات البشرية، وأخيرا الجدوى الاقتصادية، شأن طاقة الرياح فالتكنولوجيا متاحة للكل، ولا توجد محاذير عليها سواء بالتصنيع أو الشراء مع توافر إمكانية تنمية المشاركة المحلية وزيادتها، وأيضا الكوادر البشرية المتاحة، كما أن تكلفة إنتاج وحدة الطاقة يمكنها منافسة نظيرها الحرارى إذا تمت المقارنة بالأسعار العالمية للوقود.

من جهة أخرى، تقدر متطلبات الاستثمارات المستقبلية للفترة من ٢٠٠١ حتى ٢٠٣٠ حوالى ٣٠ ترليون دولار، تنفق على القدرات الجديدة من محطات ومرافق الطاقة وأيضا إحلال المحطات التى ستتقادم خلال تلك الفترة، وقد جاءت هذه التوقعات كناتج لمعدل زيادة سنوى مقداره ١,٧٪، وعلى الرغم من ضخامة الاستثمارات المتوقعة إلا أنها تتناسب مع حجم الاقتصاد العالمى، حيث تعادل هذه الاستثمارات حوالى ١٪ من إجمالى الناتج القومى. ويبقى التحدى لهذا الأمر على المستوى الوطنى والإقليمى، فاستثمارات روسيا تعادل ٥٪ من إجمالى الناتج القومى، فى حين تصل إلى ٤٪ لإفريقيا، وتقل عنها فى أوربا وأمريكا(٦٧).

إن موارد الطاقة فى العالم تكفى لتلبية الطلب المتوقع عليها، ولكن تعبئة الاستثمارات اللازمة لتحويل تلك الموارد إلى إمدادات متاحة يتوقف على قدرة قطاع الطاقة على المنافسة مع القطاعات الرأسمالية الأخرى، ومما يزيد من التحديات أن

الاستثمارات اللازمة حتى عام ٢٠٣٠ عالية من حيث القيمة الحقيقية، يهيمن على استثماراتها قطاع الكهرباء باستيعابه ما يقرب من ١٠ تريليون دولار، أو ٦٠٪ من مجموع الاستثمارات فى مجال الطاقة.

وعلى مستوى الدول الأقل تقدما، حيث يزيد الطلب على الطاقة بشكل متسارع تحتاج الصين وحدها إلى ٢,٣ ترليون دولار، ١٤٪ من الاستثمارات العالمية، وإفريقيا ١,٢ ترليون دولار، ودول الشرق الأوسط ١ ترليون دولار، تمثل استثمارات النفط والغاز أكثر من نصفها، أما الاستثمارات الأكبر فتكون فى أمريكا وكندا ٣,٢ ترليون دولار تمثل ٤٠٪ من الاستثمارات العالمية، إن معظم التمويلات المطلوبة لقطاع الطاقة يأتى من القطاع الخاص، وتتناسب مخاطر الاستثمار مع حجم رأس المال المطلوب لتلبية تلك الاحتياجات.

## السكان

يبلغ سكان العالم فى الوقت الراهن قرابة ٦,٥ مليار نسمة يتوزعون على بقاع الأرض، الخضراء منها والصحراوية، الجافة والرطبة، الواقعة شمالا والمستكينة جنوبيا، المستقبلة للشمس شرقا والمودعة إياها غربا، وتشارك الصين فى هذا الزخم بنحو ١,٣ مليار نسمة، أى خمس سكان العالم، وطبقا للنوازع الشخصية وجغرافية السكان، ومناخه وطبيعة عمل كل منهم تتنوع رغباتهم، وبالإضافة إلى هذه الرغبات الشخصية توجد مستلزمات العمل من أدوات ومعدات تتناسب كل منهما مع طبيعة العمل فتتنوع معها استهلاكاتها من الطاقة.

يعيش قرابة نصف سكان العالم فى المدن، وتذكر الأمم المتحدة أن النسبة سترتفع إلى ٦٠٪ بحلول عام ٢٠٣٠، وينبعث من المدن ٨٠٪ من غاز ثانى أكسيد الكربون وكذلك كميات كبيرة من غازات الدفيئة الأخرى(٦٨)، وبطبيعة الحال ستظل هذه المدن متعطشة للموارد، ويبلغ متوسط الاستهلاك المنزلى ٣٠٪ يؤثر فيها بشكل رئيسى مستوى الرفاه الذى تعيش فيه العديد من البلدان الصناعية المتقدمة والدول الناهضة، إلى جانب استخدام أجهزة لا يراعى فى تصميمها معايير كفاءة استهلاك الطاقة.

وإذا أردنا معرفة العلاقة بين الطلب على الطاقة والسكان، فإن زيادة السكان إلى ١٠ مليار نسمة بحلول عام ٢٠٥٠ تعنى الحاجة إلى زيادة موارد الطاقة اليومية إلى قرابة ٤٠٠ مليون برميل بترول مكافئ، أى زيادتها بنحو ٦٢٪ عن الاستهلاكات الحالية، من هذا المنطلق يجب على موردى الكهرباء أن يتعلموا كيف يديروا الطلب على الطاقة فى الاستخدامات المختلفة وأوقات استخدامها، بما يخفف من حدة الطلب وخاصة أوقات الذروة، مع تقديم طاقة بجودة عالية، من خلال مراجعة الخطط المستقبلية لإنشاء محطات التوليد، ومراجعة مواصفات الأجهزة الكهربائية، والتدريب العلمى للفنيين لتغطية الفجوة فى العمالة اللازمة للخدمات بأنواعها.






آثار الزيادة السكانية على قطاعات الاستهلاك

www.youtube.com/watch?v=b98JmQ0Cc3k

وفى إطار سياسات الطاقة التقليدية، أولى عدد قليل من البلدان الاهتمام بالتخطيط لنشر تطبيقات الطاقة المتجددة فى المناطق الريفية لتحل محل أنواع الوقود التقليدية كالخشب والفحم والروث للتدفئة والطبخ التى تعد مصدرا رئيسيا للطاقة بتلك المناطق، حيث يحرق الوقود باستخدام تكنولوجيات بسيطة تتميز بانخفاض كفاءة الطاقة وارتفاع الانبعاثات الضارة بالبيئة، ويستخدم الإنسان الطاقة لأغراض الأعمال المنزلية (جلب الماء وغسل الملابس، وجمع وإعداد الكتلة الحيوية للحصول على الوقود)، والطاقة البشرية والحيوانية لأغراض الزراعة، والنقل والأنشطة الإنتاجية الصغيرة، وعندما يرتفع الدخل وتصبح التكنولوجيات أكثر إتاحة، يميل المزارعون للتحول إلى شركات الطاقة الحديثة أو المعدات الموفرة للطاقة على مستوى أعلى فى سلم الطاقة، وفى هذا السياق، يحتل الحطب والروث وغيرها من وقود الكتلة الحيوية المرتبة الأدنى على سلم الطاقة، يليها الفحم والكيروسين، ثم الكهرباء وغاز البترول المسال (البوتان والبروبان) فى الأعلى، فى حين يتوقع أن يصبح الوقود الحيوى

فى شكله السائل والصلب والطاقات المتجددة الأخرى مثل الطاقة الشمسية وطاقة الرياح، فى مكانة أعلى فى العقد المقبل(٦٩).

من وجهة نظر التنمية، هناك حاجة إلى توسيع فرص الحصول على خدمات الطاقة ولا سيما للفقراء، ومعظمهم من النساء. وقد ركزت سياسات الطاقة التقليدية على جانب الإمدادات مع القليل من الاهتمام للقضايا الاجتماعية المتعلقة بالطاقة، وسيتطلب توسيع نطاق التخفيف من وطأة الفقر وفقا للأهداف المحددة فى الأهداف الإنمائية للألفية إلى حد كبير الوصول إلى خدمات الطاقة التى هى فى متناول الجميع وموثوق بها وذات نوعية جيدة، ويمكن لاستراتيجيات الطاقة المستدامة أن تساهم فى حل العديد من هذه المشاكل.

تميل برامج الطاقة التقليدية للتركيز على إمدادات الكهرباء والبترول، أو على نشر تكنولوجيات الطاقة، مثل الطاقة الشمسية أو معدات تحسين المواقد، وتتنوع خدمات الطاقة اللازمة للأسر، من مؤسسات الأعمال الصغيرة والخدمات المجتمعية وهناك حاجة إلى مجموعة متنوعة من خيارات الطاقة، بما فى ذلك الطاقة الكهربائية والطاقة الحرارية والوقود السائل والغازي. والأفضليات والأولويات لمختلف فئات المجتمع.

ويمكن للطاقة المنزلية أن تكون مدخلا لدعم التنمية الريفية من خلال توفير الفرص والوقت للعمل وزيادة الدخل، وتحسين الصحة والتمكين الاجتماعي، وفى المناطق الريفية توفر تكنولوجيات الطاقة المتجددة اللامركزية مجموعة متنوعة للاستفادة من موارد الطاقة المتوفرة محليا، مثل المولدات الكهربائية المائية الصغيرة، وتوربينات الرياح، ونظم الوقود الحيوي، وألواح الخلايا الفوتوفلطية حلولا واعدة لتوليد الكهرباء.

وعلى مستوى شركات الإنتاج، تبدو المشكلة فى أن الذين سيتبعون اتجاهات السوق فى الطلب على الطاقة يظلون دائما فى المؤخرة، لذا تكمن الفرصة فى القدرة على التنبوء بالطلب المستقبلى وبناء استراتيجيات قوية لتحقيقه، وفى عالم المال والتجارة توجد نماذج عديدة لشركات تحقق عائدات ومكاسب لمجرد أنها تتبع السوق

سواء من خلال تقديم منتج أو خدمة، وهناك أيضا أمثلة لشركات أخرى أوجدت اتجاهات جديدة فى الأسواق ضمنت بها التميز والريادة.

وفى صناعة الكهرباء، حيث الاستثمارات الضخمة، يغدو المنتج ذا طبيعة حرجة، فاتباع اتجاهات السوق ربما يؤدى إلى كارثة، تماما كما حدث فى التسعينات عندما أرادت العديد من الشركات التحول إلى العالمية، فأنشأت فروعاً لها فى العديد من الدول فيما وراء التجار، ونتيجة لهذه التوسعات غير المحسوبة لم تنتبه الشركات إلى الخسائر التى منيت بها جراء هذا التوسع المفاجئ، وآثارها المدمرة على اقتصاديات دول بأكملها.

ولا يقتصر السير خلف اتجاهات السوق على شركات المرافق بل يمتد إلى جهات التمويل والتشريع أيضا، كما يمكن للبدائل المستقبلية أن تقع فى أخطاء الماضى، ففى السبعينات كان هناك تصور أن البترول سوف ينفذ بحلول عام ٢٠٠٠ من هنا بدأ التحول إلى الطاقة النووية، وإلى استخدام الغاز الطبيعى بأسعار تتراوح من٢-٣ دولار مليون وحدة حرارية بريطانية، لقد اعتادت هذه السيناريوهات على توقع عوائد بناء على فروض الماضى وليس رؤية مستقبل وربما تلخص مقولة فورد ذلك المعنى حيث يقول «إذا سألت العملاء ماذا تريدون؟، فإنهم سوف يطلبون حصاناً سريعاً»، وفورد لم يبدأ مشواره من الحصان لكنه بدأ من طريق جديد.

أيضا، يرغب المستهلكون فى أسعار منخفضة ومستقرة، ولقد نجح صناع الكهرباء فى جعلها سلعة رئيسية قليلة التغير، حتى أن المستهلكين لا يعرفون الأسعار التى يدفعون بها فواتيرهم، ومع شكوى الكثير من المستهلكين من أسعار الكهرباء التى يدفعونها فى منازلهم وضجرهم من دفع عدة جنيهات إضافية كل شهر، إلا أنهم لا يمانعون من دفع أضعاف هذه الجنيهات فى فواتير التليفون المحمول الشهرية، ذلك أنهم باتوا يشعرون بالعوائد المباشرة لثورة التليفون المحمول التى وفرت لهم إمكانية التواصل من أى مكان فى العالم، ومتابعة أعمالهم وأهلهم وذويهم، وصاروا يتبارون فى شراء التليفونات الحديثة عالية السعر التى اندمجت فيها تكنولوجيا

الاتصال بتكنولوجيا المعلومات، يخفف من وطأة أسعارها العروض المميزة التى تقدمها شركات الاتصالات، وفى خضم ذلك نسى الناس أن الكهرباء التى ضاقوا ذرعا بفواتيرها ما هى إلا الغذاء الوحيد لشبكات الاتصال وللتليفونات المحمولة، فباتوا فرحين بمئات الجنيهات يدفعونها فى التليفون المحمول، مغتمين بقروش تقتات عليها محطات توليد الطاقة!!.

## الفصل الرابع

# الاقتصاد العالمى.. بيت من زجاج

يعرف الاقتصاد بأنه: العلم الذى يبحث فى كيفية إدارة الموارد الاقتصادية النادرة واستغلالها لإنتاج أمثل ما يمكن إنتاجه من السلع والخدمات لإشباع الحاجات الإنسانية من متطلباتها المادية التى تتسم بالوفرة والتنوع فى ظل إطار معين من القيم والتقاليد والتطلعات الحضارية للمجتمع، كما يبحث فى الطريقة التى يوزع بها الناتج الاقتصادى بين المشتركين فى العملية الإنتاجية بصورة مباشرة -وغير المشتركين بصورة غير مباشرة- فى ظل إطار حضاري. وبالنسبة للأفراد تتمثل الموارد فى الوقت والمال والمهارة، وللدولة تعنى الموارد الطبيعية ورأس المال والقوة العاملة والتكنولوجيا.

يرتبط الاقتصاد كعلم بكافة فروع المعرفة، فهناك اقتصاد السكان، والاقتصاد السياسى والجغرافى، إلى جانب اقتصاديات الطاقة، وقد مر الاقتصاد خلال العقود السابقة بمراحل عديدة من التحولات، كان أبرزها الاقتصاد الماركسى المعتمد على التخطيط المركزى وانتشر فى الدول الاشتراكية، والاقتصاد الرأسمالى الذى قام فى أمريكا على آليات السوق والقوة الشرائية للأفراد، ووصولا إلى الليبرالية الحديثة، وإقامة اقتصاد عالمى يعمل الجميع على تشكيله وبنائه، وذلك على الرغم من تضارب مصالح العديد من المستثمرين، إلا أن المحصلة النهائية لجهودهم تظهر فى ارتفاع برج الاقتصاد العالمى، والذى يبدو للوهلة الأولى صرحا شامخا قويا، إلا أنه هش البناء، رقيق الجدار، بل هو بيت من زجاج، وكأن اشتراك الجميع فى بنائه أعطاه صبغة واحدة وضعفا كامنا فى حناياه، بدلا من القوة التى كان الجميع يأمل فيها.

ونظرا لمحدودية مواردنا فإن اتخاذ قرارات بشأن ما يمكن شراؤه من السلع

والخدمات يظل مرهونا بعوامل عدة، فعلى سبيل المثال، إذا اخترت شراء قرص «DVD» بدلا من اثنين من أشرطة الفيديو وجب عليك التخلى عن امتلاك الفيلم الثانى المسجل على تكنولوجيا أقل جودة فى مقابل جودة أعلى تقدمها «DVD»، وبالطبع، فإن كل فرد لديه مجموعة من الاحتياجات المختلفة تتأثر بالعرض فى السوق، من هنا فإن السوق هى التى تحافظ على سير الاقتصاد، واليد الخفية التى تدير عجلة الاقتصاد بحد تعبير آدم سميث فى إطار اقتصاد السوق الذى يعتمد على التنافسية داخله، وصولا إلى نظام اقتصادى أشمل يضم الحكومات بحثا عن أفضل إدارة لموارد البلاد.

تعرض الاقتصاد العالمى فى عام ٢٠٠٩ لتبعات الأزمة المالية العالمية التى تفاقمت أعراضها اعتباراً من منتصف عام ٢٠٠٨، حيث دخل فى فترة من الركود، اتسمت بتحول النمو الحقيقى الذى بلغ معدله ٣٪ فى عام ٢٠٠٨ إلى انكماش بمقدار ٦,٠٪

فى عام ٢٠٠٩، تأثرت به الدول المتقدمة والنامية على حد سواء، وإن كان أكثر حدة فى الدول المتقدمة، وبتراجع أداء الاقتصاد العالمى ووصوله إلى مستويات لم تسجل منذ الحرب العالمية الثانية أدت آثار الأزمة الاقتصادية العالمية إلى انكماش الناتج المحلى الإجمالى العالمى، وفى ظل أجواء التفاؤل وظهور بوادر الانتعاش الاقتصادي، وبالأخص فى النصف الثانى من ٢٠٠٩، ارتفع معدل الطلب العالمى على النفط منذ بداية النصف الثاني مصحوبا بانتعاش شهدته الأسواق العالمية فى الفترة من ٢٠٠٥ حتى ٢٠٠٦، ظهر فى ارتفاع قيمة حركة الصادرات وزيادة معدلات الناتج المحلى.

ومن أبرز تداعيات الأزمة العالمية أيضاً، تفاقم البطالة مع انكماش حاد فى حجم التجارة العالمية بلغ ١٠,٧٪ فى عام ٢٠٠٩ مقارنة بنمو ٢,٨٪ فى عام ٢٠٠٨، ومع هذا فقد كانت ثقة المستثمرين فى الاقتصاد كبيرة، ففى الولايات المتحدة استمر تراجع عجز ميزانية الحكومة، وفى منطقة اليورو نجحت السياسة النقدية المتبعة فى احتواء التضخم، كما ساعد ارتفاع السيولة النقدية وما صاحبها من أسعار فائدة منخفضة على انتعاش أسواق الأوراق المالية العالمية، ظهرت دلائله فى الدول النامية أعلى منها فى المتقدمة. يأتى هذا فى الوقت الذى خطا فيه الاقتصاد الأمريكى خطوات كبيرة فاقت توقعات المتخصصين(٧٠)، حيث تضاعف من ٣١ تريليون دولار فى عام ١٩٩٩ إلى ٦٢ تريليون دولار عام ٢٠٠٨.

وعلى الرغم من أن تحرير التجارة من قيود الضرائب والجمارك وغيرها يعزز عمليات التجارة العالمية، وكوسيلة للتقدم الاقتصادى جرى العرف على قياسه بقيمة الناتج القومى، إلا أن اللافت للنظر أن الحجم المتنامى للتجارة لم يؤد إلى نمو جميع النواتج القومية المتحققة على مستوى العالم، فبحسب بيانات الثروة لعام ٢٠١٠ زادت الثروة بنسبة ٧٢٪ عما كانت عليه منذ عشر سنوات متركزة فى يد ألف ملياردير على مستوى العالم، يقابلهم حوالى ٢,٥ مليار فرد لا يملكون أرصدة بنكية على الإطلاق، أى أن دعوات تحرير التجارة، والمناداة بأن الاقتصاد العالمى هو الملجأ الأخير للإنسانية، كلام فيه نظر !!.

يذكر مارتن جاك فى كتابه «عندما تحكم الصين العالم»، نقلا عن أحد خبراء الاقتصاد، أن نصيب العالم المتقدم المكون من الولايات المتحدة الأمريكية، وأوروبا الغربية، واليابان، واستراليا من إجمالى الناتج المحلى العالمى بلغ ٥٢٪ فى عام ٢٠٠١، فى حين بلغت حصة آسيا بدون اليابان ٣٠,٩٪، وستتغير هذه الصورة بأسلوب جذرى على مدى العقود التالية، وتشير التقديرات أنه بحلول عام ٢٠٣٢ ستزيد حصة مجمل الناتج العالمى لما يسمى مجموعة BRIC(*)، أى البرازيل، وروسيا، والهند، والصين عن حصة مجموعة السبعة G7 أى الولايات المتحدة الأمريكية، وكندا، وإنجلترا، وألمانيا، وفرنسا، وإيطاليا، واليابان، وبحلول عام ٢٠٢٧، ستلحق الصين بالولايات المتحدة لتصبح أكبر اقتصاد فى العالم، ولتوضيح التنوع المتزايد المحتمل فى العالم فإنه يتوقع أن مجموع مجمل الناتج المحلى لعشرة بلدان نامية آخر (بنجلاديش، ومصر، وإندونسيا، وإيران، وكوريا، والمكسيك، ونيجيريا، وباكستان، وتركيا، وفيتنام) قد يصل إلى ثلثى مستوى مجموعة السبعة بحلول عام ٢٠٥٠، وفى تلك الأثناء سيستمر معدل المعيشة العالمى فى البلدان النامية فى الهبوط باضطراد.

أيضا تؤدى الضغوط التى يمارسها أصحاب الأسهم على مديرى شركاتهم بغية تحقيق أرباح عالية، إلى البحث عن وسائل تحقق عائدات مرتفعة، ويأتى الاستغناء عن العمالة ضمن ما تنتهجه هذه الشركات من أدوات لتقليل نفقاتها، فقد لجأت شركات عملاقة لهذا الإجراء عدة مرات، فى فبراير ٢٠٠٩ أعلنت شركة نيسان اليابانية للسيارات استغناءها عن عشرين ألف عامل ضمن خطة لمواجهة الأزمة المالية العالمية، وحذت رينو الفرنسية حذوها، بل نفذه قطاع البترول العالمى، مثل شركة إكسون موبل فى عامى ١٩٩٨ و١٩٩٩ لمواجهة آثار انخفاض عائدات البترول العالمية وتحسين الأرباح، وتوضح البيانات أن صناعة النفط الأمريكية قامت بتسريح أكثر من ٣٨ ألف عامل فى بداية عام ١٩٩٩، إضافة إلى ٢٠ ألف عامل فى شركات الخدمات النفطية. ولم يقتصر الأمر على شركات القطاع الخاص فقط، بل امتد إلى قطاع الأعمال، فقد احتج عمال البريد فى بريطانيا على خفض رواتبهم وتسريح زملائهم من الخدمة فى

(*) يشير كل حرف إلى الحرف الأول من اسم كل دولة Brasil, Russia, Indea, China

يوليو ٢٠٠٩، وبالمثل أضرب عمال وسائل النقل العام فى أثينا فى النصف الثانى من ٢٠١٠. وتلجأ الشركات لهذه الإجراءات السريعة لتحسين العائدات ورفع قيمة أسهمها حال المرور بأزمة متجنبة الحلول الأكثر تأثيرا والأطول مدى مثل مراجعة سياسات وإجراءات ترشيد الطاقة بتلك المؤسسات. إن خفض استهلاك الطاقة كفيل بتوفير جانب غير قليل من مرتبات العمالة، لذا فالأولى بهذه الشركات أن تبحث فى آليات خفض كثافة استهلاكات الطاقة، بدلا من تنفيذ سياسات خفض العمالة، ولا يعنى هذا أن إجراءات ترشيد استهلاك الطاقة سوف تحول دون تسريح آلاف العمال، ولكنها على الأقل سوف تقلل من عددهم !!.

## آلية بناء الاقتصاد العالمى

يجرى بناء الاقتصاد العالمى بمعرفة الأفراد والدول، يغزل كل منهم نسيج الاقتصاد بأدواته وخيوطه، من الريف إلى المدينة، فى الدولة النامية والمتقدمة، ويقصد بالأفراد الجهود التى يبذلها القطاع الخاص فى تشكيل ملامح الاقتصاد العالمى، بالإضافة إلى الجهد الحكومى المعنى بوضع الأطر العامة والعمل على تهيئة مناخ ملائم لبناء الاقتصاد المحلى الذى يمثل لبنة فى الاقتصاد العالمى، فدخول الدول فى اتفاقيات تجارية وصناعية مع دول أخرى يفتح المجال أمام شركات القطاع الخاص لنشر أنشطتها الاقتصادية حول العالم، يتكلمون لغات عديدة تعبر جميعها بلغة المال عن طموحاتهم، يحملون أفكارهم من مكان لآخر فتتحول إلى مكعبات إضافية فى هرم الاقتصاد العالمى، وبقدر انسجام هذه المكعبات مع بعضها البعض يعلو الهرم قويا، عدا ذلك يصبح عرضة للانهيار بقدر التنافر فى أجزائه !!.

وتختلف وجهات النظر حول الاقتصاد العالمى، أو العولمة، فدعاة الليبرالية الجديدة يرون أنها الحل السحرى لمشكلات الإنسانية، باعتبارها تركز على اقتصاد السوق المعتمد على العرض والطلب، ويراها المناهضون مرحلة جديدة تستبد فيها الدول الرأسمالية بالسوق العالمى وتتحكم فيه، فتنهب خيراته وموارده، مما جعلهم يعلنون غضبهم عند عقد أى اجتماع للعولمة والتى كان آخرها فى يونيو ٢٠١٠ عندما اندلعت

أحداث شغب فى تورونتو بكندا فى سياق الاحتجاجات ضد قمة مجموعة العشرين التى احتضنتها المدينة، والاحتجاجات المرافقة لاجتماعات منظمة التجارة العالمية، وصندوق النقد الدولى، وغيرها من الأحداث العالمية المرتبطة بالاقتصاد العالمى مثل دافوس ٢٠١١ والتى صدرت فيها تحذيرات عدة من تزايد الطلب على الغذاء والطاقة وإمكانية تفاقم الأمر مؤديا إلى إشعال صراعات وحروب، ويرى المحتجون أن العولمة تقود إلى كارثة، فهم يخشون من تأثيرات انتقال التجارة عبر الحدود الوطنية، وتدفق رءوس الأموال عبر الدول، على نحو آخر يعنى إنهاء العولمة فرض حواجز حكومية للحد من هذه الإجراءات، يرافق ذلك خوف من تدنى دخل الأسر بمقادير تختلف بين دول العالم المتقدم والنامى، بالإضافة إلى انكماش التجارة والصناعة داخل الدول ذاتها، ونظرا لأن كل دولة لا تستطيع تصنيع مستلزماتها فسيكون هناك عجز فى صناعات بعينها، وستحرم دول من منتجات أخرى، كما قد لا تستغل وفرة المصادر فى دولة ما كرد فعل لعدم توافر آليات الاستثمار، أو فقدان التقنيات اللازمة للاستفادة من هذه المصادر.

وفى عصر العولمة لا تستطيع دولة أن تعتمد فى تنمية مواردها الذاتية فقط دون تفاعل مع دول أخرى، أى أن تكون هناك عمليات استيراد وتصدير، سواء كانت الدولة نامية أو متقدمة فالكل يحتاج إلى التفاعل مع الآخر(٧١). إلا أن اللافت للنظر أن هذا التفاعل لا يتم بشكل يضمن حقوق الجميع، ومرد ذلك للتقسيم غير المتوازن للعمل والذى بمقتضاه تتركز الأنشطة ذات القيمة المضافة العالية التى تعتمد على تكنولوجيات حديثة متطورة فى الدول المتقدمة، أما الدول النامية فتعتمد فى أنشطتها الإنتاجية والخدمية -غالبا- على تكنولوجيات تقليدية يفقدها القدرة على المنافسة فى الأسواق العالمية. ففى خلال العقدين الأخيرين من القرن العشرين زاد نصيب خمس سكان العالم الأكثر ثراء من إجمالى الثروة الكونية من ٦٠٪ إلى ٨٠٪، مما وسع الفجوة بين العالمين المتقدم والنامى.

من هنا ظهرت بعض الرؤى فى بناء اقتصاد عالمى إيجابى يتفادى التأثيرات

التى يخشاها مناهضو العولمة، داعين أن يتفهم القائمون على بناء الاقتصاد ضرورة العمل على تأسيس الاستقرار الاجتماعى للنمو الاقتصادى البناء، نمو يمكن من خلاله نقل التكنولوجيا عبر الحدود، ثم استيعابها تمهيدا لإكسابها الصبغة الوطنية مرورا بثلاث مراحل لاكتساب التكنولوجيا، تتضمن المرحلة الأولى: تعبئة الموارد البشرية والرأسمالية للاستفادة من التكنولوجيات القائمة استفادة كاملة، وتنتقل فى المرحلة الثانية التكنولوجيات الموجودة فى الدول الأكثر تقدما لكى تلحق بها، وتبنى فى المرحلة الثالثة صناعات جديدة تعتمد على التقدم فى المعرفة النابعة من عمليات البحث والتطوير الخاصة بها.

يأتى إعداد العمالة كمرحلة أولى فى تعبئة الموارد البشرية والرأسمالية لاكتساب التكنولوجيا بمعنى وجود نظم تعليم لمواجهة الاحتياجات المالية والمتطلبات المستقبلية فى المجالات المختلفة ومستويات العمل المتعددة من الفنيين وذوى التخصصات الدقيقة والباحثين، بتطبيق نظام تعليم يوجه أبناء البلد كى يلحقوا بقطار التقدم فى الدول الصناعية، ففى مطلع القرن العشرين لحق نصيب الفرد الأمريكى من إجمالى الناتج المحلى بنظيره البريطانى وأُرجع ذلك بشكل رئيسى إلى قوة عمل نالت تعليما أفضل، ويتمثل الجزء الثالث من تعبئة الموارد فى تجهيز البنية التحتية التى تجعل تفاعل الموارد الإنتاجية الموجودة فى الدولة مع بعضها البعض أكثر إنتاجا، ففى مطلع القرن العشرين أدى التحول إلى استخدام الطاقة الكهربائية وكذلك إنشاء شبكات الطرق السريعة والمطارات ونظم الاتصالات دورا كبيرا فى تفاعل الموارد والاستفادة منها.

وتعتبر الحوافز الخطوة التالية لتعبئة الموارد، فقد عبأ الفراعنة آلاف العمال لبناء الأهرامات، كما عبأت الصين ملايين الصينيين لبناء السدود، إلا أن عدم توافر الحوافز الكافية والملائمة قد يؤدى إلى انفجار هذه القوى العاملة. ومن أساليب التحفيز الإيجابية تعبئة رأس المال مع تعليم وإعداد الأيدى العاملة أو ما يطلق عليه قوة العمل، وربطهما معاً بالبنية التحتية الضرورية فى نظام من الحوافز القوية للبدء فى مرحلة جديدة تالية تأخذ عنوان «اكتساب التكنولوجيا الجديدة» تعمل بذراعين

رئيسيتين الأولى: وجود نموذج للنقل عنه، والثانية: التوسع فى إرسال البعثات العلمية وعمليات الترجمة.

تتوقف الذراع الأولى على النموذج الذى يتم النقل منه، فقد نقلت معظم النمور الآسيوية النموذج اليابانى الذى استشرف النموذج الأوروبى من قبل، وقبلهم كانت بريطانيا العظمى النموذج المثالى للولايات المتحدة الأمريكية فى القرن التاسع عشر، فنقلت أمريكا النموذج البريطانى ممثلا فى صناعة المنسوجات التى نقلتها ألمانيا أيضا عن بريطانيا، وعلى الرغم من أن خطوات التصنيع الأوروبى كانت سريعة بشكل عام إلا أنها كانت أسرع فى أمريكا، تماما مثلما كانت أوروبا فى القرن التاسع عشر وفرنسا على وجه التحديد قبلة لبعثات محمد على باشا نهلت منها العلوم وعاد كل مبعوث يؤسس لبناء العلوم التى تلقاها فى بعثته إلى جانب ترجمة ما درسه.

وغالبا ما تنظر الدول الأدنى إلى الدول المتقدمة عنها بمرحلة فى مسيرة التنمية الاقتصادية، إلا أن النموذج اليابانى كان خلاف ذلك، حيث اتبع نموذج القفز والتخطى، فبدلا من التطلع إلى الدول الأعلى مباشرة، تطلع اليابانيون إلى موقع الرواد الاقتصاديين، وإلى المسارات المستقبلية لهؤلاء الرواد.

فمنذ عام ١٨٦٨ شرعت اليابان، وبخطوات محسوبة، فى عملية تحديث سريعة، أرسلت زمرا من المتخصصين لدراسة أنظمة التعليم الأوروبى، وجيوشهم وأساطيلهم، والسكك الحديدية، ونظم البريد، وغير ذلك كثير، لقد تاقت اليابان بشدة إلى قبولها كقوة آسيوية حتى أنها حاكت الأسلوب الاستعمارى الغربى، فاحتلت تايوان، وكوريا، وجزءاً من الصين.

وعملت اليابان على النقل من أوربا فى كافة فروع المعرفة، ففى كتابة القيم «عودة الروح» يذكر الأستاذ توفيق الحكيم، أن شابا يابانيا كان يقطن الشقة المقابلة له وقت إقامته فى باريس، ولم يكن لهذا اليابانى من عمل سوى ترجمة كل ما يصدر فى فرنسا بشأن الكيمياء وإرسال ترجماته إلى اليابان، حيث تطبع وتتاح للباحثين

والمتخصصين وعامة الناس للاطلاع والتزود بالعلم، ومن المؤكد أن ذلك لم يكن فى مجال الكيمياء فقط، بل فى كافة العلوم التطبيقية والإدارية، فالترجمة رافد رئيسى من روافد العلم والمعرفة لا غنى عنه، حتى مع الإحاطة والتمكن باللغة الأجنبية، فترجمة كتاب ونشره يتيح الفرصة للمختصين وغيرهم للاطلاع على أحدث ما أنتجه العلماء فى شتى فروع العلم، ونقل التجربة وتفهمها بشكل كامل، فاللغة ليست مجرد وسيلة اتصال، بل تجسيد لكيان أمة وثقافتها.

وأخيرا، يأتى بناء صناعات جديدة تعتمد على البحث والتطوير والمعرفة كمرحلة نهائية لما تم بناؤه فى المرحلتين السابقين «تعبئة الموارد البشرية والرأسمالية» و«اكتساب التكنولوجيا الجديدة»، إذ لا مفر من أن يكون للدولة نموذجها الخاص بها الذى يكتسب من ملامحها وصبغتها أكثر مما يرث من النموذج الذى تم النقل منه.

فاليابان التى كانت قدوة لاقتصاديات شرق آسيا فى النصف الأخير من القرن الماضى، بدأت تعبئة مواردها الرأسمالية من أجل إيجاد مجتمع مدخرات، كما أنها لم تكن فى حاجة إلى نظام مدرسى مستورد من الخارج فقد كان لها نظامها الخاص بها، وتعتبر الصين إحدى الدول التى اتجهت ذات المسار، يأتى هذا بعد انقضاء قرن المهانة، وهو الاسم الذى أطلقه الصينيون على الفترة من عام ١٨٥٠ حتى عام ١٩٥٠، فخلال هذه الفترة اعتمد الاقتصاد الصينى على البنوك الأجنبية الكبيرة فى شانغهاى وهونج كونج، وعلى الشركات الأجنبية ذات السلطة، وكانت الجمارك وترتيبات ضريبة الملح والخدمات البريدية، تدار من خلال الأجانب الذين احتفظوا بجميع الأرباح، وتواجدت السفن الحربية والتجارية الغربية واليابانية فى كافة الأنحاء، فى الموانئ وعلى الشاطئ وعلى نهر يانجزى، وباستثناء بضع منشآت صينية كان تَطَلّع الصناعة الحديثة بأكمله «مصانع النسيج، الدخان، السكك الحديدية، السفن، الاسمنت، الصابون، مطاحن الدقيق،....» تحت سيطرة شركات أجنبية، تلى هذه الفترة البدء فى مشروع عملاق لإعادة توزيع الأراضى، وإقامة كوميونات ضخمة استخلص فيها قدر كبير من فوائض زراعية على شكل ضرائب على الفلاحين.

نشر البنك الدولى دراسة حول أسباب نجاح الاقتصاديات الناهضة فى كوريا الجنوبية والبرازيل والهند والصين، أوضحت بجلاء أن السر فى نجاح هذه الدول يكمن فى التركيز على الصناعات ذات التكنولوجيا المتقدمة، وبالتالى ارتفعت القيمة المضافة(٧٢). ولبيان ذلك نجد انخفاض مساهمة التكنولوجيا التقليدية فى كوريا الجنوبية من ٢٨٪ فى أوائل التسعينات إلى ٤٪ عام ٢٠٠٥، بينما ارتفعت مساهمة التكنولوجيا المتقدمة لنفس الفترة من ١٨٪ إلى ٤٢٪. أما الصين فقد تقلصت مساهمة الصناعة التقليدية من ٤١٪ إلى ٢٩٪ لنفس النطاق الزمنى، صاحبها ارتفاع مشاركة التكنولوجيا المتقدمة من ٢٪ إلى ٣٠٪. وفى الوقت الراهن، تحتل صناعة المعدات الكهربائية والمواد الكيمائية المراكز الأولى فى هذين البلدين، بينما تتأخر صناعة النسيج.

ليس من قبيل المبالغة، إطلاق لقب معجزة على تجربة سنغافورة، التى نهضت من نقطة قريبة من الصفر، لتقف بين عمالقة آسيا الصناعيين الكبار، فهذه الدولة – الجزيرة التى لا تتعدى مساحتها ٢١٤ ميلا مربعا، والمحرومة من النفط والثروات الجوفية، استطاعت خلال أربعة عقود، بقيادة لى كوان يو، أن ترفع دخل الفرد من ٤٠٠ دولار عام ١٩٥٩، إلى ٢٢ ألف دولار عام ١٩٩٩، وتصبح حاضرة متلألئة، تبهر أنظار حتى هؤلاء الذين يتربعون على عروش السلطة والمال فى الغرب الرأسمالي(٧٣).

كان بناء اقتصاد وطنى قوى فى بلد صغير يفتقر إلى الثروات الطبيعية أصعب التحديات التى اعترضت لى كوان فاتجه إلى استقطاب الشركات العالمية الكبرى لاستثمار أموالها فى سنغافورة، لتتوالى سلسلة من العقود الكبرى مع الشركات الأجنبية من كافة الجنسيات، أمكن اجتذابها إلى الجزيرة بفضل السياسة الذكية والعملية للقيادة السياسية، حيث حرصت –منذ البداية– على تأسيس قاعدة أساسية من أبنية ومنشآت أقيمت بمواصفات عالمية ممتازة، بدءا من مستودعات التخزين، وأبنية المصانع، وانتهاء بمساكن المهندسين الأجانب والخبراء التى تحيط بها الورود وملاعب التنس، بحيث كانت العروض المقدمة من الحكومة السنغافورية شيئا يصعب رفضه من قبل الشركات التواقة إلى التوسع عالميا فى بيئة تتوافر فيها اليد العاملة

الرخيصة، والمنشآت الجاهزة، والاستقرار الأمنى والسياسى فى ظل حكم ديمقراطى برلماني، معروف بنزاهته، وانخفاض معدلات الفساد فى أجهزته الإدارية، ونجحت التجربة بشكل فاجأ أصحابها أنفسهم، وتحولت سنغافورة إلى مركز تجارى وصناعى وتخلصت من هاجس الزوال أمام تحدى الدول المجاورة العملاقة.

## اقتصاد دوت كوم

باكتشاف النفط فى العديد من دول العالم ظهرت موجات الثراء النفطى فى الخليج العربى، وبعض مناطق شمال إفريقيا مثل ليبيا والجزائر، وأمريكا الجنوبية والشمالية، فأخذت عائدات الاستثمارات النفطية تنمو بسرعة كبيرة على دولها، أشبه بالقفز منه إلى السير، ليرتفع على أثرها الدخل القومى فى هذه البلدان خاصة بعد عام ١٩٧٣، محققة معدلات نمو غير مسبوقة وغير متوقعة، اعتبرها الكثيرون غير معبرة عن أداء اقتصادى متميز بل رد فعل طبيعى لاكتشاف ثروة النفط، إلا أن المتابع لما يجرى فى تلك البلدان يجد أن هناك نمواً فى قطاعات أخرى نجحت الدول الخليجية فى تنميتها منها قطاعات الإسكان، والتجارة.

وقد انعكست التطورات فى جانب الإيرادات النفطية على تحسن الأوضاع المالية للشركات العاملة فى الدول المصدرة الرئيسية للنفط وعلى وجه الخصوص الشركات النفطية، الأمر الذى أحدث أثراً إيجابياً على الإيرادات الضريبية فى تلك الدول. فقد ارتفعت حصيلة ضرائب دول المجموعة بنحو ١٦٪، ورغم هذا النمو فإن حصيلتها لا تزال تمثل مصدراً بسيطاً لجميع دول المجموعة، حيث شاركت بـ ٧,٤٪ من إجمالى الإيرادات و٢,٩٪ من الناتج المحلى الإجمالي، باستثناء الجزائر حيث ساهمت ٢١٪ من الإيرادات و٩٪ من الناتج المحلى الإجمالي. وبالنسبة للدخل من الاستثمار، تشير البيانات المتوفرة لبعض الدول العربية أن مساهمته بلغت فى قطر ٢٢٪، وفى عمان ٧,٥٪ من الإيرادات فى عام ٢٠٠٦.

تميز الاقتصاد القديم بأسواق ثابتة نسعى إليها ولا تسعى إلينا، اللهم إلا فى شكل الباعة المتجولين الذين يجوبون المدن والقرى أملا فى بيع بعض منتجاتهم،

والآن صارت الأسواق تزخر بكل غريب فى حركة ديناميكية تعتمد فى جوهرها على المعلوماتية، تحولت فيه سبل عرض البضائع من الذرة «Atom» إلى البت «Bit»، ومن الثروة المرتكزة على ملكية الأصول الملموسة «مصنع، ماكينة، مخزون، .. الخ»، إلى تحقيقها من خلال أصول معلوماتية غير ملموسة، من ملكية السلع إلى الحصول على الخدمات، من الإنتاج والمبيعات إلى العلاقة بين المستهلك والتسويق(٧٤).

لقد أصبحت المعرفة قوة دافعة ومحركا أوليا للاقتصاد الحديث، وبالمعرفة يُزيد العمال إنتاج مصانعهم، والفلاحون ثمار أراضيهم الطيبة، وتنتشر الأسواق الافتراضية فى بقاع الأرض تعرض سلع ومنتجات ذات قيمة مضافة، وبالمعرفة أيضا نتجول فى أسواقنا الافتراضية، نعاين ونقارن، نشترى ونستبدل، فتتحول نقودنا من خانة حساباتنا من البنوك إلى جيوب أولئك التجار قبل أن يرتد إليك طرفك، لقد اختزلت المسافات، وتلاشت الحدود، وأصبحت المنتجات والمأكولات التى تتزين بها سلسلة المحلات العالمية المنتشرة فى أنحاء العالم على موائد أهل القرى. كنت فى زيارة لمدينتى الصغيرة جدا عندما دعيت لتناول العشاء فى منزل أحد الأصدقاء، الذى ما لبث أن أخبرنى أن الزيتون الذى نتناوله والشاى الذى سوف نحتسيه فيما بعد تم شراؤهما من بلدين أحدهما أوربى والآخر آسيوى بتمرير بطاقته الائتمانية فى ماكينة المتجر المقابل لمنزله، وأن صاحب المتجر اعتاد شراء بضائع بعينها من دول شتى، معتمدا على خدمة البريد السريع فى الحصول على هذه المنتجات.

وتعد الشبكة العنكبوتية صاحبة الدور الرئيسى فى اقتصاد المعرفة خاصة فيما يتعلق بالمنتجات الرقمية التى يمكن توزيعها عبر الشبكة كالبرمجيات، والكتب، والتسجيلات الموسيقية والخدمات البنكية والسياحية وغير ذلك، لقد غيرت الإنترنت بصورة جذرية أداء الشركات سواء المحلية أو العالمية، ليس فقط تلك التى تتعامل من خلالها، ولكن حتى المحلات الصغيرة والأكشاك التى لا تستخدمها تأثرت مباشرة بالإنترنت، وذلك من خلال المنتجات التى تعرضها، ويسأل عنها المشترى البسيط.

كما أتاح الاندماج ما بين قوة الكومبيوتر والاتصالات ووسائل الإعلام - انطلاق

فيضان التكنولوجيا مزيحا الحدود إلى غير رجعة، جعلتنا نتصفح الويب على التليفزيون بدلا من أجهزة الكومبيوتر، كما يمكن مخاطبة أصدقائنا فى أى مكان بواسطة الكومبيوتر ومن دون أن نلمس أجهزة التليفون، وتقريبا هناك ابتكار جديد كل يوم فى مجال الميديا والأجهزة والوظائف على الأجهزة القديمة، ونتيجة لذلك فإن إدارة العديد من الشركات عن بعد أصبحت أكثر يسرا، لتتحول عوائدها إلى لبنات ترفع من قامة الاقتصاد المبنى على المعرفة، وترفع من أرباح المنتجين(٧٥).

فى هذا الإطار تعد شركة جوجل أحد نماذج الشركات العالمية الناجحة فى العالم الرقمى، فهى مثال لشركة تحصد أرباحا هائلة من مصدر واحد هو المعلوماتية.إن كل فرد منا يثق أو يعتمد –على الأقل– على أحد منتجاتها التى تشمل محرك البحث جوجل، والبريد الإليكترونى gmail، والحديث عبر Google Chat، وخرائط Google Maps، ووثائق جوجل Google Documents، ويوتيوب Youtube، وغيرها، حيث تصل الخدمات التى تقدمها الشركة إلى ٢١ خدمة فى مجالات عديدة تعتمد كلها على المعلوماتية(*). وفى عام ٢٠٠٨ مثل الإعلان على محرك بحث جوجل ٩٨٪ من أرباح الشركة التى بلغت ٢٢ مليار دولار، ارتفعت فى عام ٢٠٠٩ إلى ٢٣,٦ مليار دولار. يرجع السبب فى بقاء محرك بحث جوجل كمصدر كبير للدخل، وأيضا يتفوق على كافة محركات البحث الأخرى، بمراجعة قصة الشركة التى أسسها سيرجى برين ولارى باج –خريجى جامعة استانفورد– عام ١٩٩٨، فى ذلك الوقت كان البحث عن كلمة مثل «سيارة» يعود بمواقع لصور إباحية أكثر من تلك التى نبحث عنها، وكان التطور الذى أضافته جوجل يتلخص فى الاعتماد على خوارزمية جديدة تسمى «Page Rank» والتى تعتمد على استخدام الروابط بين المواقع بشكل أكثر دقة، وهو خلاف ما كانت محركات البحث الأخرى تعتمد عليه، حيث كانت تبحث عن أكثر

(*) Google Search, Gmail, Google Chat, Google Voice, Google Maps, Google Documents, Google Calendar, Google Buzz, Google Earth, Google Chrome, Google Reader, Google News, YouTube, Blogspot, Google Profiles, Google Alerts, Google Translate, Google Book Search, Google Groups, Google Analytics, and Google 411.

أكثر الروابط التى تتضمن الكلمة طلبا. إن ما فعلته جوجل يسمى «حكمة الزحام» فبهذه الآلية أظهرت نتائج البحث على جوجل مواقع غير مشهورة لكنها ذات صلة مباشرة بكلمة البحث، لقد أبهرت هذه الآلية مؤسسى محرك ليكوس Lycos وأيضا ياهو yahoo اللذين كتبا معربين عن دهشتهما وإعجابهما بهذه التقنية التى ابتكرتها جوجل.

ولكن من أين تأتى أرباح جوجل فى الإعلانات إذا كانت الصفحة الرئيسية لمحرك بحثها لا يحتوى على أية إعلانات، فقط صفحة بيضاء تحتوى مساحة لكتابة كلمات البحث ومفاتيح لإصدار الأمر للمحرك بالعمل وأن يجوب صوامع البيانات العملاقة المنتشرة فى كافة أنحاء العالم ليعود لافظا نتائج البحث، ويرجع السبب فى الاحتفاظ بهذا الشكل لصفحة محرك البحث إلى قناعة باج وبرين بأن تبقى الصفحة بهذا الشكل بحيث تعطى انطباعا للمستخدم أن جوجل لا تهتم سوى بما يريد البحث عنه، وأن تركيزه سوف ينصب على ما يريد أن يبحث عنه وليس فى الإعلانات التى تملأ وتزدحم بها صفحات محركات البحث الأخرى، ثم يأتى من بعد ذلك الدخل الذى تحققه جوجل من الإعلانات والذى يأتى من طلب المستخدم، فعلى سبيل المثال عندما نكتب «أين أستطيع أن أجد أفضل سيارة؟»، تأتى النتائج ذات العلاقة بالمواد الإعلانية المدفوعة القيمة معتمدة على منهجية «التكلفة لكل ضغطة»، بمعنى دفع جهات الإعلان قيمة محدودة مع كل ضغطة بنان مستخدم، تدفعها جهات الإعلانات لشركة جوجل، ولتنفيذ هذه الآلية ابتكرت جوجل برنامجاً يربط بين مواقع إعلانات بعينها وملايين شروط بحث ذات علاقة بالكلمات التى نبحث عنها، والتأكد من أن هذه الإعلانات تحقق قيمة مضافة للشركات صاحبة الإعلان من خلال نظام وضعه اقتصاديون متخصصون.

إن البناء على أركان الاقتصاد القديم الذى اعتمد على ثنائية قيمة المنفعة وقيمة التبادل والذى أسس له أمثال آدم سميث، وكارل ماكس، وجون كينز، وغيرهم، وصولا إلى الليبرالية الحديثة، استرعى استنباط أفكار ورؤى جديدة للاقتصاد المعرفى، اعتمدت على تلاحم الفكر الاقتصادى بما حوله من أفكار ومجالات عمل تجارى

اعتادها الناس فى كافة بقاع المعمورة، مضافا إليها تلك الأنشطة والمجالات التى يستولدها أصحاب الأفكار والرؤى كل صباح، ألجأت علم الاقتصاد إلى الاندماج معها، ومفارقة عزلته التى نشأ فيها قديما بمعزل عن العلوم الإنسانية التى تبحث فى احتياجات البشر، وسبل معيشتهم، وتكيفهم مع الواقع، واستشراف المستقبل آخذا فى الاعتبار تداعيات نمو الاقتصاد الصناعى، وما سببه لكوكب الأرض من اعتلال صحة وسقم مقيم، تبددت فيه ثروات طبيعية جمة، فاقتلعت غابات، وأحرقت حقولاً، وجفت زروع، وهزلت ضروع، وتصحرت بساتين، وغاضت مياه، ووقف الإنسان بين هذا كله عودا يابسا يائسا، زائغ العينين، مشتت الفكر، متسائلا ...» يا إلهى !! ماذا عساى أفعل؟» !!.

**برواز: (٦)**

**لدى صديق نطلق عليه السيد «دوت كوم»، ويرجع السبب فى ذلك كونه يقضى معظم أشغاله باستخدام الإنترنت، بالإضافة إلى ولعه الشخصى بشراء المنتجات الإلكترونية والتى تحظى بسوق رائج على الشبكة العنكبوتية، وقد استدعى الأمر أن يمتلك صاحبنا بطاقة ائتمان يستطيع بموجبها شراء مستلزماته عبر شبكة الإنترنت، من هذا المنطلق أصبح قادرا على استحضار السوق التى يرغبها فى أى وقت، فالأسواق فى كافة المجالات والتخصصات متاحة، ابتداء من إبر الحياكة وانتهاء بالطائرات واليخوت، قادرين على تفحصها من على ظهر جمل أو متن طائرة، أو مختلياً فى كهف أعلى الجبل أملا أن يعصمنا الله من طوفان المعلومات الهادر!.**

لقد أضحى اقتصاد اليوم يتعامل مع أشياء مادية مثل السلع والمنتجات والمعدات وأخرى لا مادية مثل البرمجيات، ونظم المعلومات، والتفكير للغير، فهناك مؤسسات دولية تعمل فى مجالات مختلفة تعلن من حين لآخر عن رصد جوائز مادية قيمة لمن يقدم لها أفكارا جديدة ابتداء من تصميم العلامة المميزة للشركة «اللوجو» وانتهاء بنظم التسويق والعرض وابتكار المنتجات، لقد أصبحت المعرفة عنصرا أصيلا من

مكونات الإنتاج لا مجرد عامل إضافى كما فى النموذج الماركسى، وهو ما يعنى أن اقتصاد اليوم يعتمد على أربع ركائز هى: قيمة المنفعة، قيمة التبادل، قيمة المعلومات وقيمة المعرفة.

كما أصبح لدى الملايين القدرة على إدارة أعمالهم وتجارتهم وتصريف أموالهم دون مراعاة للحواجز الجغرافية، فصاحب العمل أو المدير يستطيع الآن مشاهدة ما يجرى فى مقر العمل على هاتفه المحمول من أى مكان، وأن يتدخل فى إجراءات البيع والشراء، وتوجيه الموظفين نحو أعمال بعينها، كما تولدت رءوس أموال هائلة نتيجة استثمار الكثيرين فى تكنولوجيا المعلومات، وتقديم خدمات لآخرين اعتمادا على موقع إلكترونى يتكلف سنويا ما دون الألف دولار !!.

**السعادة؟......أنا لا أفهمك؟!**

«أنا سعيد.... إذا أنا موجود» أذكر هذه الجملة على غرار ما كتبه سارتر» أنا أفكر.... إذا أنا موجود»، فإحساسنا بالسعادة هو مصدر تمسكنا بالوجود، بالحياة على ظهر هذه الأرض، وأملا فى غد يشرق فى العالم الآخر، حيث السعادة الأبدية. ولم لا نبحث عن السعادة وهى التى تصبغ حياتنا بالعواطف الجياشة والميول الإيجابية، والاندماج مع المحيطين خاصة والمجتمع عامة؟

وإذا كانت المبادئ الأربعة للسعادة تتلخص بحسب رأى الدكتور إبراهيم الفقى فى كتابه «التحكم فى الذات» (٧٦) هى :الهدوء النفسى الداخلى، والصحة السليمة والطاقة العالية، والحب والعلاقات الطيبة بالآخرين، وتحقيق الذات، فإن آخرين عبروا عنها بطرق شتى فى محاولات للوصول إلى منابع السعادة منها: أن المفهوم الكلى للسعادة يكمن فى الرفاهية الشخصية، إلا أن الرفاهية الشخصية نسبية، تختلف من شخص لآخر، فالأشخاص الأكثر ثراء يسعون لأن يكونوا أكثر سعادة من الأفراد الأقل دخلا(٧٧)، وهناك دليل قوى على أن الأشخاص الأكثر نجاحا أكثر سعادة ويحققون عوائد مالية أعلى، كما تشير العديد من الدراسات أن الاعتياد على أحد مستويات الرفاهية يؤدى إلى إحساس الشخص بالملل، مما يؤدى معه إلى عدم الشعور بالسعادة والبحث عن وسائل جديدة لجعل الحياة أكثر سعادة.

ومع ارتباط السعادة بالثروة، فقد أصدر Credit Suisse Research Institute في ٨ أكتوبر ٢٠١٠ تقريره السنوى عن توزيع الثروة فى العالم(٧٨)، مبينا أن احتمالات تزايد الثروة العالمية فى عام ٢٠١٥ تسير تجاه الزيادة بحوالى ٦١٪ عما كانت عليه فى عام ٢٠١٠ لتصل إلى ٣١٥ ترليون دولار فى ذلك الوقت، وأن الثروة الحالية التى يمتلكها ٤,٤ مليار شخص على مستوى العالم زادت بنسبة ٧٢٪ مقارنة بعام ٢٠٠٠، لتسجل ١٩٥ ترليون دولار فى عام ٢٠١٠، كما أن معدل نمو الثروة فى الدول الناهضة تسجل أعلى معدلاتها، فالصين تحتل المركز الثالث عالميا فى توليد الثروة بعد كل من الولايات المتحدة الأمريكية واليابان، وبزيادة تقدر بحوالى ٣٥٪ عن ثروة فرنسا -أغنى دول الاتحاد الأوربى.

وفى أعلى هرم الثروة العالمى يوجد ألف ملياردير، منهم ٢٤٥ فى آسيا، و٢٣٠ فى أوربا، وحوالى ٥٠٠ فى أمريكا الشمالية، وبالتحرك فى الاتجاه السفلى لهرم الثروة نجد حوالى ٨٠ ألف فرد تزيد ثروة كل منهم عن ٥٠ مليون دولار، وتعد كل من سويسرا والنرويج أغنى دولتين على مستوى العالم من حيث متوسط الثروة لكل فرد، حيث تسجل كل منهما ٣٧٢ ألف دولار و ٣٢٦ ألف دولار، على الترتيب، وتأتى أستراليا فى المرتبة الثالثة بنحو ٣٢٠ ألف دولار.

وفى سفح الهرم يوجد ٣ مليار فرد نصيب كل منهم أقل من عشرة آلاف دولار، و ١,١ مليار نسمة أقل من ١٠٠٠ دولار، منهم ٣٠٧ مليون شخص فى الهند، وحوالى ٢,٥ مليار فرد لا يملكون أرصده بنكية، وفى منطقة الشرق الأوسط، يصل نصيب الفرد من الثروة فى قطر حوالى ١٠٩ ألف دولار اعتمادا على عائدات الغاز الطبيعى، متفوقا على نظيره فى كوريا واليونان والبرتغال وإسبانيا، لكنه أدنى قليلا من المتوسط الأوربى المرتكز على الابتكار والتصنيع.

فهل يعنى ذلك أن أقصى رتب السعادة فى الكون تنحصر فى ألف شخص فقط، وإذا أردنا أن نكون أكثر تفاؤلاً فإننا سنضيف إلى هذه الألف نحو ثمانين ألف آخرين، أى أننا نتحدث عن قرابة ١,٢٪ سعيد فى كوكب الأرض، فهل يعبر ذلك عن

مستوى السعادة التى يعيش فيها الكثيرون سواء فى ظل العلاقات الأسرية السوية، أو مستوى دخل يساعد على تحقيق المطالب المادية مثل شراء أجهزة منزلية أو سيارة أو تليفون محمول، وغيرها من المستلزمات الرئيسية والكماليات، بالإضافة إلى تحقيق المطالب الروحية مثل السفر لأداء فريضة الحج، أو مناسك العمرة، حيث يحرص أفراد عديدون على هذه الرحلات الدينية ملتمسين من أدائها سعادة ورضا نفسى جراء تحقيق رغبات مشروعة، أمر آخر يساهم فى تحقيق السعادة ألا وهو طبيعة عملنا، ومدى حبنا لهذا العمل، ومستوى نجاحنا فيه، وما يحققه النجاح من مكانة اجتماعية، أضف إلى ذلك محيط مجتمعنا الذى نعيش فيه زاخرا بالأصدقاء والمعارف والأصحاب، مع اختلاف مشاربهم وانتماءاتهم، ودرجة رقى الحوار فيما بينهم.

وفى النهاية، هناك عباءة كبيرة صنع نسيجها من حريتنا وقيمنا الشخصية، تستطيع أن تعطينا دلالات كثيرة للسعادة التى يعيشها المواطن فى دولته، حيث شرعية الحاكم، والنظم الديمقراطية التى تحدد العلاقة بين الحاكم والمحكوم، والحدود الواضحة للحرية الشخصية، مع مراعاة جانب وإطار القيم المستمدة من العقيدة والعرف فى كل مجتمع.

## أنماط الاستهلاك

يرتبط تطور قطاع الطاقة بالاقتصاد من حيث التقنيات الحالية لإنتاج الطاقة ومدى تأثرها بتطور الاقتصاد العالمى وما يترتب على اندماجه من ابتكار تقنيات جديدة لإنتاج الطاقة، إن غالبية نظم إنتاج الطاقة الحالية تعتمد على المحطات الهائلة الحجم، سواء الحرارية أو المائية أو النووية، وقد واكب ظهور هذه الأفيال من المحطات التوسع الهائل فى الاعتماد على الطاقة الكهربائية وتوافر الفحم فى مناطق كثيرة من العالم واستكشاف حقول النفط العملاقة فى أرجاء المعمورة، ويتكون نظام الطاقة التقليدى من محطة عملاقة لإنتاج الكهرباء توصل بمحطة محولات تربط بين محطة التوليد والشبكة الكهربائية التى تشبه فى عملها مجرى الماء الذى يتوافر على جانبيه قنوات الصرف (المستهلكون بأنواعهم) وقنوات الإمداد (المنتجون بأنواعهم)، وفى هذه

المنظومة لا يشغل المستهلكون سوى توافر الطاقة الكهربائية التى يعمل المنتجون على توليدها وضخها فى الشبكة الكهربائية، غير مكترثين بجودة أجهزتهم التى تستهلك الطاقة آناء الليل وأطراف النهار، ولا مدى كفاءتها وتأثيرها على جانب التوليد، ولا استقرار الشبكة الكهربائية التى تئن تحت وطأة أنظمة استهلاك بالية تضر أكثر مما تنفع، أنظمة استهلاك تعلن شره الإنسان لكل جديد لا رغبة فى التطوير ولكن بحثا عن شئ يشبع غرائزه المتفجرة استهلاكا !!.

هناك ركائز رئيسية لاقتصاد كل دولة، فالاقتصاد الذى يرتكز على الإنتاج الكبير، يتطلب طبقة متوسطة كبيرة ذات قدرة شرائية تكفى لشراء السلع والمنتجات التى سيتم طرحها فى الأسواق، ويطلق عليه النظام الرأسمالى، وفى هذا النظام تظهر القدرات الكبيرة لتحالف الطبقة المتوسطة والتى تتبدى فى انتشار محلات التسوق العملاقة، التى تتيح للزبائن تجميع قوتهم الشرائية للضغط على المنتجين وخفض الأسعار، فسلاسل محلات التسوق مثل وال مارت، كارفور، وسبينس، تستطيع الضغط على أصحاب الماركات العالمية والحصول على تخفيضات على هذه السلع اعتمادا على حجم المبيعات الهائل والذى يمثل القوة الشرائية لفرادى المستهلكين.

ومع أن الأرباح التى حققتها النظم الرأسمالية يجب أن تنعكس على العمالة، إلا أن العديد من الدراسات تشير إلى عدم تحقق ذلك، فبعد انتهاء الحرب العالمية الثانية جنت الصناعة الأمريكية أرباحا طائلة خلال سنوات الحرب، حرص فيها العمال على عدم الإضراب أو الضغط لزيادة رواتبهم، إلا أن العمال لم يحصلوا فى المقابل على أى زيادة لسنوات (٧٩)، يأتى هذا على الرغم من أن الأرباح التى حققتها الصناعة الأمريكية فى ذلك الوقت كانت كافية لرفع الأجور إلى ما بين ٤٠-٥٠٪، دون الحاجة إلى رفع أسعار المنتجات.

وهناك دول أخرى قام اقتصادها على مبدأ التخطيط المركزى، تحت اسم النظام الاشتراكى وخاصة فى الاتحاد السوفييتى الذى بدأ الخطط الخمسية منذ عام ١٩٢٩، ومع ذلك فقد استخدم اصطلاح التخطيط أيضاً فى ألمانيا النازية منذ الثلاثينيات

كشكل من أشكال التدخل الحكومى فى الحياة الاقتصادية، وبعد الحرب العالمية الثانية انتشر استخدام أسلوب التخطيط المركزى فى دول الكتلة الاشتراكية فى أوربا كما استخدم فى عدد من الدول النامية التى تأثرت بالمذاهب الاشتراكية(٨٠).

وترجع أكبر مشاكل التخطيط المركزى إلى تركز الاختيارات الاقتصادية فى يد سلطة مركزية يفترض فيها المعرفة الكاملة بالموارد المتاحة والإمكانيات المتوافرة، فضلاً عن الرغبات وسلم الأفضليات بين هذه الرغبات. وهى مجموعة من الافتراضات يصعب أن تتحقق، فهناك دائماً استحالة توفير المعلومات الكافية، وهناك خطر زيادة تكلفة هذه المعلومات، وغلبة إرادة البيروقراطية ثم الجهود وانعدام الحافز على التقدم والتغيير، ولذلك أخذ إنكار التخطيط المركزى فى التراجع لدى معظم الدول، وبدأت السوق تستعيد دورها فى هذه الدول، وتأكد هذا الاتجاه مع انهيار وسقوط الدول الشيوعية فى نهاية الثمانينيات.

وسواء فى هذا النموذج أو ذاك فقد تفشت ظاهرة نهم الاستهلاك خلال العقود الماضية تنقل عدواه بين كافة الطبقات، فمع خروج الدول الأوروبية منهكة من الحربين العالميتين الأولى والثانية، وظهور مشروع مارشال الذى أعلن فيه وزير خارجية أمريكا جورج مارشال فى محاضرة له فى جامعة هارفارد فى ٥ يونيو١٩٤٧ عن مبادرة مهمة، عرفت باسم «مشروع مارشال» الذى يدعو فيه إلى وضع برنامج خاص لمعاونة أوروبا اقتصاديا مبينا أهمية إعادة إحياء الاقتصاد الأوروبى، وطالب جميع الدول الأوروبية بالتعاون فيما بينها لوضع خطة لإعادة التعمير، مع استعداد الولايات المتحدة للمساهمة المالية فى هذا البرنامج شرط أن تتقدم الدول الأوروبية بطلب فى هذا الشأن(٨١).

ويعتبر مؤشر كثافة الطاقة أحد المؤشرات الهامة التى تربط بشكل مباشر بين استهلاك الطاقة والاستثمار، حيث يكشف هذا المؤشر عن قدر الطاقة المستهلكة مقاسة بالطن بترول مكافئ فى إنتاج ما قيمته ألف دولار، ويمكن استخدام هذا المؤشر لقياس استهلاكات الطاقة الأولية أو الكهربية، ففى عام ٢٠٠٤ بلغ أدنى

قيمة لهذا المؤشر ٠,٠٩ فى هونج كونج، تليها تايلاند بقيمة ٠,١٥، ثم بلدان منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية، فى حين تبلغ فى الولايات المتحدة الأمريكية ٠,٢٥ طن بترول مكافئ لكل ألف دولار، أما فى مصر فيبلغ هذا المؤشر ٠,٤٩.

**برواز: (٧)**

**لا يصنف الشارع الذى أقيم فيه بالقاهرة على أنه تجارى، فهو شارع سكنى هادئ، غير مغر لأصحاب المحلات أن يستثمروا فيه، فهم يبحثون عن الشارع المزدحم بالمارة الذى يحقق أعلى نسبة مشاهدة من الزبائن وبالتالى يمكن أن يحقق مبيعات عالية غير أنه منذ حوالى العامين أقدم أحد هؤلاء المغامرين على افتتاح فرع أحد ماركات الملابس العالمية، ومع سعادتنا بهذا المحل -الذى سيغنينا عن التسوق من الشوارع التجارية المزدحمة التى لا أحبها- إلا أننا أشفقنا أن يغلق المحل أبوابه وأن تضيع استثمارات الرجل هباءً منثورا كرد فعل لهدوء الشارع وعدم الإقبال عليه، وعندما ذهبت للتسوق منه وتقدمت لدفع قيمة فاتورة المشتريات سألتنى «الكاشير» فى أدب إن كنت أرغب فى تلقى أخبار العروض والتخفيضات التى يعلنها المحل عبر خدمة الرسائل القصيرة «SMS» على هاتفى المحمول، رحبت بالفكرة وكذا زوجتى التى أعطتها رقم هاتفها الخاص، ومع مرور الأيام كنا نتلقى رسائل تتضمن إعلانات عن التخفيضات التى يقوم بها المحل، وفى الوقت الذى كنت أقوم فيه بحذف الرسالة من هاتفى، كانت زوجتى تقرؤها بشغف وتمررها إلى صديقاتها فيرتبن للخروج معاً فى رحلة تسوق مشياً على الأقدام، يعدن فيها محملات بشنط الملابس، وتحكى لى عن الزبائن الذين يتوافدون على المحل، وكيف أنه دائما مزدحم بهم، لقد كانت خدمة الرسائل القصيرة التى تبناها المحل مجدية فى إيجاد رابط بينه وبين زبائنه الذين يرتادونه ولو للمشاهدة، وأيضا فى تحويل هؤلاء الزبائن من مجرد مشترين، إلى مروجى إعلانات لصالح المحل وذلك عندما يمررون الرسائل التى تصلهم إلى أصدقائهم، أى أنهم كانوا يعملون -لبعض الوقت- بالمحل !!.**

أى أن الحصول على منتجات بقيمة ١٠٠٠ دولار فى مصر يستلزم قدرا من الوقود يعادل ٤٩٠ كيلو بترول مكافئ تعادل ٣٠٠ دولار بسعر متوسط للبرميل ٨٠ دولار، نجد أن تكلفة الطاقة اللازمة للحصول على منتجات بقيمة ١٠٠٠ دولار، وهى قيمة عالية جدا إذا علمنا أن التكلفة المقارنة لنفس القدر من المنتجات فى هونج كونج يستلزم ٥٣ دولار فقط مما يقدم أحد تفسيرات انخفاض تكلفة المنتجات الواردة من دول شرق آسيا.

وعلى الرغم من ذلك ينظر الكثير من المتخصصين إلى مؤشر كثافة الطاقة بشئ من الريبة، حيث لا يعبر بدقة عن مستوى استهلاكات الطاقة فى عمليات الإنتاج، قدر مايشير إليها مقارنة بالدخل، فدول الخليج العربى تبلغ معدلات استهلاك الطاقة بها مستوى كبيراً يفوق نظراءه فى باقى الدول العربية، ومع هذا فإن مؤشر كثافة الطاقة فى هذه الدول أقل من غيره نظرا للدخل الهائل الذى تجنيه هذه الدول من عائدات البترول والغاز، ومن ثم فإن النظر فى معدلات استهلاك الطاقة طبقا لطبيعة الإنتاج يعطى نتائج أكثر دقة.

**أوربا**

مع تحول الدول الأوروبية من الكساد الكبير، ونجاحها فى التحول إلى الرخاء غير المسبوق، مرت هذه الدول بتحولات اجتماعية جزئية، ارتفعت فيها متوسطات الدخول، وتراجع دور الدولة فى توجيه الاقتصاد الوطنى رافقه خصخصة المشروعات الحكومية، وتم التأصيل لاقتصاد السوق المعتمد على الانتفاع الاقتصادى ترويجا للوصول إلى حلم المجتمع الحر وزيادة رفاهية الشعوب التى تفتح اقتصادها على الاقتصاد العالمى وذلك تحت شعار الليبرالية الحديثة، وإذا كانت الليبرالية الحديثة قد ركزت جهودها فى بادئ الأمر على تنفيذ الاشتراكية المطبقة فى أوروبا الشرقية ونظيرتها الماركسية، إلا أن اهتمامها تحول فى سبعينيات القرن العشرين صوب النظرية الكنزية التى هيمنت على الساحة الأكاديمية والتى كانت بمنزلة المنار الذى تهتدى به السياسة الاقتصادية المطبقة فى البلدان الرأسمالية منذ نهاية الحرب

العالمية الثانية، وتدور نظرية كينز حول التوازن الاقتصادى بين المعطيات الاقتصادية مثل الاستهلاك والادخار والعرض والطلب والإنتاج والتوزيع(٨٢).

ومع تعدد الاتجاهات الاقتصادية التى راجت فى أوروبا خلال القرن العشرين وأوائل القرن الحادى والعشرين، إلا أن الاقتصاد الأوروبى حظى بعدة متناقضات شاركته فيها كيانات اقتصادية أخرى، مثل الاقتصاد الأمريكى، واقتصاد الدول الناهضة مثل الصين، الهند، والبرازيل وهى: ارتفاع نسبة البطالة مع ارتفاع الناتج القومى، وانخفاض متوسط دخل الأفراد مع زيادة معدلات الاستهلاك.

وكوسيلة لمعرفة مدى تأثير المستهلكين ظهرت معايير الرفاه، وجودة الحياة، وتعزيز رفاهية الأفراد، والتى كانت أشبه بصيحات اعتراض أطلقها علماء الاجتماع فى وجه سيل الاستهلاك المتنامى، والتنبية إلى أن الإفراط فى الاستهلاك الذى يزكيه اقتصاد السوق، والليبرالية الحديثة الداعية إلى أن السوق، هى فقط القادرة على تأمين أكبر قدر ممكن من الرفاهية للاقتصاد العالمى، وأخذت الصيحات تتعالى مصحوبة بالإحصاءات الدالة على أن تنامى الاقتصاد الوطنى فى الدول المتقدمة كان مصحوبا بالإصابة بالأمراض النفسية وزيادة حالات الانتحار، فكيف لهذا الاقتصاد أن يؤدى إلى السعادة آخذا فى الاعتبار ما أشير إليه من متناقضات أخرى.

إن إذكاء ثقافة الاستهلاك تفى آنيا بالإشباع، الذى سرعان ما يزول تأثيره بمجرد الانتهاء منه، فإذا أراد الإنسان استشعاره مرة أخرى فعليه أن يمعن فى الاستهلاك بمعدلات أكبر مما سبق، عساه أن يجد السعادة، إن ما نراه فى محلات السوبر ماركت من تكالب على الشراء من كافة الطبقات لا يشير مطلقا إلى القيمة المضافة الناتجة عن اقتناء السلع المشتراه، أكثر مما يوحى بالرغبة المحمومة فى الامتلاك.

**الولايات المتحدة الأمريكية**

يعد المبدأ الاستهلاكى المركزى السمة الأساسية للاقتصاد الأمريكى، متضمنا التزاما قويا باستمرار زيادة القوة الشرائية للبضائع والخدمات فى السوق، فى هذا الإطار تبلغ نفقات الاستهلاك الخاص فى الولايات المتحدة ٧٠٪ من إجمالى الناتج المحلى، لذا يعد إنفاق الأفراد المحرك الرئيسى للاقتصاد الأمريكى.

وتتركز أوجه الإنفاق الجديدة فى ارتفاع تكاليف المعيشة مثل المسكن والرعاية الصحية والمأكل والمشرب والتعليم، إلى جانب البذخ فى الإنفاق الاستهلاكى للعديد من المنتجات، وبدراسة آثار الاستهلاك وما يترتب عليها من تبعات سلبية على البيئة، مصدرها الطاقة المستهلكة فى إنتاج هذة المتطلبات والنفايات الناجمة عن هذا الاستهلاك، ظهرت جمعيات بيئية تناهض ثقافة الاستهلاك الأمريكى وتدعو المواطنين إلى الإقبال على المنتجات الصديقة للبيئة فقط.

يحتاج الترويج للنزعة الاستهلاكية البيئية توفير معلومات كافية للمستهلكين عن طبيعة هذه المنتجات والإيجابيات البيئية الناجمة عن استخدامها، مما يترتب عليه تحويل مشتريات قطاعات الاستهلاك إلى المنتجات الأكثر حماية للبيئة، والتركيز على عمليات إعادة التدوير وإعادة الاستخدام، حيث تصل نسبة وفر الطاقة نتيجة إعادة تدوير بعض المخلفات إلى ٩٠٪، فى هذا الصدد ارتفعت نسبة الأمريكان المستعدين لدفع أموال أكثر فى منتجات من أجل البيئة إلى ٦٠٪.

وعلى خلاف النزعة البيئية الاستهلاكية يأتى التركيز على خفض الاستهلاك وليس تحسينه، علما بأن خفض المعدلات يضع الأفراد فى تحد سافر مع نزعة الاستهلاك التى يلجأون إليها تحت أسباب عديدة منها البحث عن السعادة، وإثبات أنهم قادرون على شراء منتجات يستخدمها أناس متميزون أو غير ذلك من الأسباب، لذا فإن خفض الاستهلاك يحتاج إلى شجاعة شخصية يترتب عليها آثار بيئية إيجابية.

**الدول النامية**

عند معالجة اقتصاديات البلدان النامية، يمكن النظر إلى المسائل المتعلقة بالاستهلاك من زاوية «الحالة الخاصة» إذ إن ما يصح من النظريات الاقتصادية فى البلدان الصناعية المتطورة قد لا يصح فى البلدان الأقل نموا، كذلك فإن لكل من البلدان النامية معطياتها الاقتصادية والاجتماعية الخاصة بها. وعلى العموم، فإن البلدان النامية تعانى فى العادة تدنى مستوى الدخل والإنتاج وغالباً ما يكون اقتصادها معتمداً على القطاعات الزراعية والخدمية، ثم إن المعطيات الديموغرافية والاجتماعية

والمؤسساتية فى البلدان النامية تختلف عن تلك السائدة فى البلدان المتقدمة، لذلك غالباً ما تعانى البلدان النامية نقصاً فى رءوس الأموال القابلة للاستثمار وفى القطاع الأجنبي، ويضاف إلى كل ذلك دائماً إشكالات تتعلق ببند أو بآخر من البنود التى يتكون منها ميزان المدفوعات، وأن المعطيات العامة وما يتفرع عنها من ضغوط وعوامل مؤثرة، ومن حوافز وإمكانات وبدائل، تعطى لمسألة الاستهلاك فى البلدان النامية أبعاداً إضافية لا نظير لها فى البلدان المتقدمة(٨٣).

وانطلاقاً من هذا كله، فإن الاستهلاك لا يولد فى البلدان النامية القوى الاقتصادية الدافعة التى يولدها فى البلدان المتقدمة اقتصادياً. بل على العكس، فإن جوهر مسألة النمو الاقتصادى فى البلدان النامية تكمن فى التقليل من الاستهلاك وفى رفع وتائر الادخار للتوسع فى بناء الأصول الثابتة المنتجة، وتحقيق أعلى نسبة ممكنة من الزيادة فى الدخل القومي. هذا من جهة، أما من جهة أخرى فإن معظم البلدان النامية، على خلاف الدول المتقدمة، لا تصنّع معظم السلع التى تستهلكها بل تستوردها من الخارج ولذلك فإن زيادة الاستهلاك فى الدول النامية لا تولّد فى الغالب نشاطاً فى عجلتها الاقتصادية بل تولّد النشاط فى اقتصاد الدول الصناعية المصدرة لتلك السلع وتسبب فى الوقت نفسه ضغوطاً إضافية فى ميزان مدفوعات الدول المستوردة. إن المرأة الريفية فى القرى الهندية مسئولة عن أكثر من ٧٠٪ من العمل المنزلى والزراعي، وعن الزرع والحصاد وجلب المياه، ورعاية الأطفال وتربية الماشية، ناهيك عن الواجبات المنزلية وهى أعمال تصرفها عن نمط الاستهلاك الذى نراه فى غيرها من قرى الدول النامية.

وفى الوقت الذى تسعى فيه الحكومات العربية إلى تهدئة مواطنيها يظهر تحدى جديد يتمثل فى زيادة تكلفة الغذاء والتى ارتفعت على المستوى العالمى إلى مستويات خطيرة، إلى الحد الذى جعل فئات كثيرة فى الدول النامية تواجه صعوبة فى الحصول على احتياجاتها، ويرى روبرت زوليك –رئيس البنك الدولى– أن أزمة الغذاء وارتفاع أسعاره عامل محفز على الاضطرابات وعدم الاستقرار، فهناك الذين يعانون من البطالة ولا يستطيعون الحصول على الغذاء.

وعلى العموم، فإن البلدان النامية تسعى فى العادة للحد من الاستهلاك، ولاسيما الاستهلاك الكمالي، وتحاول إيجاد البدائل المحلية للسلع المستوردة وتشجع الادخار والاستثمار وذلك كله بالتخطيط الاقتصادى والاجتماعى وباعتماد السياسات المالية والنقدية الهادفة إلى تحقيق أعلى نسبة من النمو الممكن فى الدخل من جهة وإلى دفع حركة التطوير الاقتصادى والاجتماعى من جهة أخرى.

إن قضية التنمية، وإن احتلت حقيقة جانبا من اهتمام كل العرب المعاصرين، إلا أن التخطيط المتكامل لايزال فى شأنها أملا يراود المؤمنين بوحدة هذه الأمة، والمدركين لمخاطر نفاد المخزون النفطى تحت الرمال العربية، أو ظهور بدائل أكثر تنافسية، إن المصالح الاقتصادية كثيرا ما تبدو متعارضة فى المدى القصير، بين بلاد تريد أن تقطع طريق التنمية قفزا بغير إبطاء، سباقا مع الزمن، ولحاقا بالدول المتقدمة التى عرفها العرب واختلطوا بها خلال معاملات البيع والشراء، ومعاملات استيراد الخبرة وتوظيف الخبراء، أو خلال جولات السياحة والتعليم وتسويق المنتجات، وبلاد عربية أخرى تعيش أزمة ندرة الموارد.

## الأزمة المالية العالمية

على الرغم من أن الأزمة المالية العالمية بدأت فى الولايات المتحدة الأمريكية إلا أن آثارها انتقلت إلى الاقتصاد العالمى وتأثر بها بشكل كبير الدول الأكثر تقدما ممثلة فى دول الاتحاد الأوربى واليابان وكوريا الشمالية، وذلك لارتباط هذه الكيانات بشكل مباشر بالولايات المتحدة الأمريكية.

بدأت الأزمة كنتيجة للتوسع فى تسويق العقارات لمحدودى الدخل فى الولايات المتحدة الأمريكية دون مراعاة للحدود الائتمانية السليمة، وبشروط تبدو سهلة للوهلة الأولى ولكن بعقود تضمنت نصوصا تجعل القسط يرتفع مع طول مدة الإقراض، وعند عدم السداد لمرة واحدة تؤخذ فوائد القسط ثلاثة أضعاف عن الشهر الذى لم يتم سداده، وخلال عامى ٢٠٠٦ و٢٠٠٧ بدأت أسعار الفائدة فى الارتفاع على غير المتوقع مما أدى إلى تزايد التزامات محدودى الدخل حيث ارتفعت أعباء قروض العقارات التى التزموا بها بالإضافة إلى القروض التى تشكل قيمة العقارات ضمانا

لها فامتنع الكثيرون عن السداد بعد أن أرهقتهم الأقساط المتزايدة لتبدأ أسعار العقارات فى الانخفاض(٨٤).

ومع استمرار هذا الوضع على مدى سنوات عديدة شجع ذلك البنوك وشركات التمويل العقارى فى أمريكا على توريق هذه المديونية العقارية فى شكل أسهم وسندات حملت درجة مرتفعة من التقويم المالى بحيث دخلت فى المحافظ الاستثمارية لبنوك أوروبا وبنوك شرق آسيا فى الدول ذات الفوائض المالية الضخمة، استنادا إلى أن هذه الأسهم والسندات تعكس ملكية عقارية قوية ضامنة للسداد، وفى ظل تزايد مخاطر عدم السداد قامت البنوك وشركات العقارات ببيع ديون المواطنين فى شكل سندات لمستثمرين عالميين بضمان العقارات، الذين لجأوا بدورهم -بعد أن تفاقمت المشكلة- لشركات التأمين التى وجدت فى الأزمة فرصة للربح بضمان العقارات فيما لو امتنع محدودو الدخل عن السداد.

ومع تعاظم عجز الموازنة العامة للحكومة الأمريكية نتيجة الإنفاق والذى صاحبه عجز أكبر فى الميزان التجارى للدولة، بدأ تحول ملحوظ من الدولار إلى العملات الرئيسية الأخرى فى التسويات الدولية، وبالتالى انخفاض ملحوظ فى سعر صرف الدولار وحجم التدفقات المالية إلى الولايات المتحدة الأمريكية انعكس على السيولة التى تمتعت بها سوق المال الأمريكية والتى كانت تضمن الاستمرارية فى الحلقة المفرغة السابقة، ونجم عن ذلك سلسلة من العجز فى سداد المديونية العقارية نتيجة لبوادر الكساد المقبل مع ارتفاع عبء المديونية على المقترضين بما يفوق قدراتهم المالية خاصة مع انقضاء فترة السماح الأولى المصاحبة للعديد من القروض العقارية مما أدى إلى توقفهم عن السداد وانعكاس ذلك على قدرة شركات التمويل العقارى على سداد ديونها إلى البنوك، مما اضطر العديد منها إلى إعلان توقفه أيضا عن سداد الودائع، الأمر الذى انعكس على درجة ثقة العالم فى الملاءة المالية لهذه المؤسسات، وبالتالى انتشرت موجة من التوقف لدى العديد من البنوك العالمية والمؤسسات المالية، مع امتداد موجة فقدان الثقة إلى أسواق المال العالمية التى واجهت موجات متتالية من الانخفاضات زادت من حدة أثر الأزمة المالية مما اضطر العديد من الحكومات

الغربية ودول شرق آسيا إلى رفع ضمانها للودائع لدى بنوكها إلى أضعاف ما كانت عليه لوقف نزيف السحب المفاجئ على هذه البنوك(٨٥).

كذلك قام العديد من الحكومات بضخ أموال عامة فى أسواقها لشراء الأصول المتعثرة إما مباشرة أو من خلال الجهاز المصرفي، كما قامت البنوك المركزية بتخفيض أسعار الفائدة واتباع سياسات نقدية ميسرة لزيادة حجم النقود فى مجتمعاتها، وعقدت اجتماعات دولية لمناقشة مدى ملاءمة استمرار النظام المالى العالمى الحالى مع بحث مدى الحاجة إلى تعديل النظم الأساسية لمؤسستى صندوق النقد الدولى والبنك الدولى بما يسمح لها بالتدخل فى عملية الإنقاذ.

وعندما تفاقمت الأزمة وتوقف محدودو الدخل عن السداد اضطرت الشركات والبنوك لمحاولة بيع العقارات محل النزاع والتى رفض ساكنوها الخروج منها فعجزت قيمة العقارات عن تغطية التزامات البنوك أو شركات العقار أو التأمين، مما أثر على السندات فطالب المستثمرون بحقوقهم عند شركات التأمين فأعلنت أكبر هذه الشركات «AIG» عدم قدرتها الوفاء بالتزاماتها تجاه ٦٤ مليون عميل تقريبا مما دفع بالحكومة الأمريكية إلى منحها مساعدة بقيمة ٨٥ مليار دولار مقابل امتلاك ٧٩,٩٪ من رأسمالها، ولحق بها كثير من المؤسسات المالية الأمريكية مثل مورجان ستانلي، وجولدنمان ساكس، وليمان برزرز.

وبالنسبة للاستثمارات فى قطاع الطاقة فمن المنطقى أن تتأثر لأن الدول الأوربية والآسيوية عندما ضخت أموالا فى مصارفها إنما كان بهدف خدمة المجتمع الداخلى فى هذه الدول وليس تصدير هذه الاستثمارات للخارج لإنتاج البترول، وبالتالى فمن الصعب تحريك هذه الأموال للاستثمار خارجيا، مما سوف يؤدى إلى فتور همة المستثمرين إلا أن الأمل يرتبط بأن الأمور المتعلقة بالطاقة ينظر لها كناحية استراتيجية فى تأمين الإمدادات بما يمكن أن يعيد للاستثمارات العالمية القوة والنشاط بعد فترة قصيرة(٨٦)، وقد أثرت الأزمة المالية على قطاع الطاقة –على الرغم من انهيار أسعار البترول– فانخفض الطلب على موارد الطاقة وتحديدا البترول والغاز الطبيعي، ومن المتوقع أن تنخفض معدلات الطلب من جانب الدول على هذين البديلين.

وعلى الرغم من أن حسابات تأمين الطاقة –ليس فقط فى الدول العربية ولكن فى كل دولة– هى حسابات استراتيجية ينبغى ألا تتأثر بالظروف والمتغيرات من ناحية أهدافها الاستراتيجية، إلا أن المؤشرات تشير إلى بعض التغيرات فى الطلب على موارد الطاقة، وعليه فمن المنتظر أن تواجه الدول العربية المصدرة للبترول والغاز الطبيعى خفضا فى إيراداتها لن يقل عن ٦٠٪(*) إذا استمرت أسعار البترول على نفس الوتيرة، ومن الممكن تعويض هذا الخفض فى الإيرادات بزيادة الإنتاج إلا أن هذا الأسلوب يعنى إهدار للموارد إلى جانب احتمال انهيار الأسعار حيث تؤدى الزيادة فى العرض إلى خفض الأسعار فتزيد الخسائر، وبناء على هذا يجب تقييم الوضع فى كل دولة على فترات متقاربة ووضع خطط تتميز بالديناميكية بمعنى سهولة تغييرها لتلبى المتطلبات والمستجدات سواء على الساحة المالية أو فى مجال البترول.

أيضا، طرحت بعض الأصوات ضرورة وجود نظام عالمى للرقابة المالية وذلك لعدم الثقة فى النظم المحلية لكل دولة على حدة، وبهدف المحافظة على استقرار الأسواق وخاصة أسواق دول رأس المال، أى أن الدعوة إلى عولمة النظام المالى العالمى يجب أن ترتبط بعولمة الرقابة، إلا أن دور النظام المقترح للرقابة غير واضح المعالم، لتطرح أسئلة من قبيل هل يقوم النظام المقترح بتحديد قنوات للتعامل مع الوفورات المالية؟ وما أبعاد تدخله فى السياسات المحلية لكل بلد؟ وهل يسمح لهذا النظام بالمتابعة والتوجيه أم المتابعة والإلزام؟ وأخيرا هل سيتدخل فى مجالات استثمار الدول كل على حدة؟، كل هذه الأسئلة تستدعى إجابات يختلف صداها من دولة لأخري!!.

**تمويل مشروعات الطاقة**

تتلخص آليات تمويل تكنولوجيات توليد الطاقة الداعمة للتنمية فى الدول المتقدمة والنامية على حد سواء، من خلال مفهومين، الأول: آليات التمويل لدعم احتياجات الطاقة بصفة عامة والطاقة النظيفة بصفة خاصة، والثانى: آليات دعم التكنولوجيا لرفع معدلات التنمية الوطنية.

(*) مقارنة بما كانت عليه الأسعار في يوليو ٢٠٠٨.

وفى حين يتوافر لدى الدول المتقدمة الملاءة المالية التى تساعدها على أن توجه جهودها فى كلتا الآليتين بما يسمح لها بتطوير تكنولوجيات الطاقة المتجددة والعمل على نشرها، نجد أن ما تعانيه الدول النامية من مشاكل اقتصادية واجتماعية وسياسية تتطلب رفع معدلات التنمية والاستثمار لمجابهة التكاليف المرتفعة لتحسين البنية الأساسية والتى تشمل (الطاقة، والاتصالات، وندرة الإمكانيات البشرية المتميزة، والاعتماد على الأسواق الخارجية، وارتفاع الديون، وقلة الإنتاج، والاعتماد الزائد على المساعدات الخارجية) لا يسمح لها بتحقيق معدلات نمو مرتفعة للتقنيات الحديثة بالشكل المطلوب، لذا تحتاج آليات تمويل تكنولوجيا الطاقة الجديدة والمتجددة اهتماما متميزا لاحتياجات الدول النامية وتحديدا تطبيقها على مستوى الطبقات الفقيرة والمهمشة فى هذه الدول، ويرجع السبب فى إيثار التقنيات الحديثة بهذا الاهتمام حاجتها للمساندة من جانب متخذى القرار وأولئك المسئولين عن التدابير المالية لإنشاء مشروعات طاقة نظيفة(٨٧).

وتعد آليات التمويل إحدى العقبات التى تواجه تنمية مشروعات الطاقة المتجددة فى الدول النامية، حيث تتطلب هذه المشروعات -كغيرها من المشروعات- رءوس أموال كبيرة يتم توفير معظمها من قروض بنكية أو من صناديق تمويل، وبالتالى يبحث المستثمر عن الشروط الميسرة التى تتميز بانخفاض معدل الفائدة وطول فترة السماح، ونظراً لأن هذه الشروط لا تتوافر محليا فإن الجهات المستثمرة فى الطاقة المتجددة تلجأ إلى صناديق المال الأجنبية للاقتراض منها والتى تتميز عادة بشروطها الميسرة.

ولقد حققت السيولة النقدية فى بعض الدول النامية نمواً ملحوظا مرجعه الارتفاع فى صافى رءوس الأموال الأجنبية الذى عكس التطورات الإيجابية فى الوضع المالى للعديد من الدول من جهة، ونمو الائتمان المحلى الممنوح للقطاع الخاص من جهة أخري، إلا أن التوسع فى السيولة النقدية المحلية انعكس على معدلات التضخم وأسعار العقارات بدرجات متفاوتة.

وعلى الرغم من ذلك، فمع تنامى المؤشرات المالية الإيجابية، نلاحظ ضعف التمويل الذاتي (المحلى) لمشروعات الطاقة المتجددة فى تلك الدول لتأتى القروض الأجنبية ومعها شروط ملزمة بالتطبيق تتمثل أقلها فى تعظيم نسبة المكون الأجنبى (من ٧٥ إلى ٨٥٪) فى تلك المشروعات وبالتالى تهميش العنصر المحلى فتتأثر سلة التصنيع المحلي سلبيا، وقد أدت هيمنة القروض الأجنبية إلى رواج أسواق الدول المقرضة لتنشط معها الأبحاث العلمية ويتطور التصنيع وتنمو الشركات والأعمال ذات الصلة بها (المكاتب الاستشارية، النقل، قطع الغيار، .. إلخ) وبالتالى ضمور مثيلاتها فى الدول المقترضة، الجدير بالذكر أن المشاركات المحلية فى إنتاج مكونات أنظمة الطاقة المتجددة بالدول النامية تنحصر فى بعض المعدات الكهربائية مثل الكابلات والمحولات، وأيضا الأعمال المدنية مثل الطرق والقواعد الخرسانية، داعية إلى إيجاد آليات دعم مالى محلى لجذب الاستثمارات العالمية فى تصنيع معدات الطاقة المتجددة محليا.

ونظرا لما يمثله الاقتراض من المصارف الأجنبية من سلبيات على القطاعين المصرفى والصناعي الوطنى، فإننا سوف نعرض فى الصفحات التالية لسبل ووسائل تستطيع معها المصارف وصناديق المال الوطنية توفير التمويل اللازم لمثل هذه المشروعات، وبالتالى تنمية القطاع الصناعى وعلى التوازى محاولة توطين تكنولوجيات حديثة. وتتطلب مواجهة تلك التحديات تعظيم استفادتها من الفوائض المالية المتزايدة من خلال توجيهها إلى الاستثمارات المنتجة فى القطاعات غير النفطية من أمثلة تصنيع مكونات أنظمة الطاقة المتجددة وتطوير البنى التحتية ورأس المال البشري، وتتطلب أيضا، توفير البيئة الاقتصادية والتجارية المواتية لتحسين مردود الاستثمار المحلى بما يسهم فى تحقيق استدامة النمو ورفع مستوى المعيشة، بالإضافة إلى الاستعداد لاستقبال توافد الاستثمارات الأجنبية التى يمكن أن تجد فى الأسواق المحلية مجالا لتنمية استثماراتها فى مجال الطاقة المتجددة.

### آثار قصور التمويل الوطنى

على الرغم من برامج التعاون الدولى المتعددة التى تم تنفيذها فى مجالى الطاقة

المتجددة وترشيد استهلاك الطاقة، إلا أن الاستثمارات المحلية والدولية التى أتيحت لتطوير نظم الطاقة المستدامة تحتاج إلى المزيد من النمو وذلك بالمقارنة مع الاستثمارات الضخمة التى أدرجت للنظم الطاقة التقليدية والتى تم تنفيذها دون مراعاة لمعايير الاستدامة؛ كما تعد محدودية التعاون والتنسيق الإقليمى فى مجال تمويل مشروعات الطاقة، والاعتماد المفرط على برامج التمويل الأجنبى فى تطوير نظم الطاقة البديلة إحدى النقاط الجديرة بالدراسة(٨٨).

وبصفة عامة، تحتاج المشروعات إلى مجموعة من الخدمات المالية المتنوعة أهمها الحصول على قرض مالى لبدء المشروع أو استخدامه فى تشغيل المشروع أو توسعته، وهنا تثار قضايا أساسية هي: هل سيحصل المقترض على القرض بشكل فردى أم مع مجموعة من الشركاء؟ وهل هو قرض وحيد بناء على حاجة معينة أم أنه ضمن سلسلة متدرجة من القروض المتتابعة؟ وما قيمة الفائدة والرسوم التى يدفعها المقترض؟.

على نحو آخر، يعد توفير التمويل اللازم لمشروعات الطاقة المتجددة إحدى النقاط الرئيسية الداعمة لنشر تطبيقاتها خاصة أنها تحتاج إلى رأس مال مرتفع بالمقارنة بالتكنولوجيات التقليدية، مما حدا بالدول المتقدمة إلى تخصيص القروض الميسرة التى تتميز بانخفاض نسب فوائدها وطول فترات السداد لتمويل هذه المشروعات، فانتشر استخدام هذه التكنولوجيات فى الدول المتقدمة وإن تباينت نسب الاستخدام من دولة لأخرى بحسب الآليات المعتمدة ومدى مواءمتها لآليات السوق فى كل بلد.

إذا هناك احتياج مستمر لتوفير مصادر تمويل كبيرة وكافية لمساندة الجهود الرامية لتحقيق استدامة قطاع الطاقة فى البلدان النامية، ومع غياب أو ضعف استثمارات القطاع الخاص فى مجالات الطاقة المتجددة بالدول النامية تحتاج جهات الاستثمار إلى آليات تشجيع القطاع الخاص للاستثمار فى هذه المجالات مما يتطلب تحقيق استقرار اقتصادي، وتوفير حرية التجارة وتطبيق سياسات استثمار جاذبة. إلى جانب استحداث آليات مناسبة لخفض مخاطر التمويل، وجذب الاستثمارات،

مع العمل على زيادة حجم الاستثمارات الموجهة إلى تطبيقات التقنيات المتجددة وقيام الدول وجهات التمويل بوضع ترتيبات تمويل مرنة، خاصة لنظم الطاقة الريفية متضمنة توفير قروض ميسرة، ومصادر تمويل دوار فى إطار من ترتيبات تعاونية مشجعة.

ومن خلال السياسات المتبعة عالميا يتبين عدم وجود سياسة محددة يمكن التوصية باتباعها بهدف تنمية الطاقة المتجددة، إنما توجد حزمة تتنوع مكوناتها ويتحدد الانتقاء منها بحسب معطيات كل بلد من: وضع الطاقة، والكيان الاقتصادي، ووفرة البدائل. كما تبين التجارب إمكانية تنفيذ سياسة ما لفترة زمنية محددة ثم تطويرها أو استبدالها بحسب المعطيات فى حينها(٨٩)، يتم هذا بغرض تحقيق الأهداف المنشودة فى ظل اعتبارات من قبيل، إعادة هيكلة سوق الطاقة، وتبنى برامج طموحة لرفع كفاءة الطاقة فى المجالات المختلفة (سكنية، تجارية، صناعية، .. إلخ) على المستويات الوطنية والإقليمية، كما نفذها الاتحاد الأوربى.

أمر آخر تظهره الخبرات العالمية، ألا وهو ضرورة التحرك فى كيانات اقتصادية كبيرة تستطيع أن تواجه تحديات الطاقة، لذا فنحن فى حاجة – على المستوي العربى – إلى جهد تستحدث فيه كيانات لامركزية تجيد توزيع الأدوار وتبادل المعلومات والخبرات فيما بينها من خلال تعاون فاعل ومثمر، تعاون يستثمر الوفورات المالية لتوجيهها فى القطاعات المختلفة للطاقة، وعلينا أن نعلم أن قوانين السوق لا تسمح بوجود فراغ استثماري، بمعنى أن وجود فرص استثمار حقيقية وجادة وذات عائد مربح كفيل بتكالب القوى الاقتصادية –ويقصد بها المستثمرون– على بذل محاولات اقتطاع أجزاء منها، وبعبارة أخرى إذا توافرت أسواق للطاقة المتجددة فى مصر فإن شركات التصنيع والمكاتب الاستشارية العالمية وغيرها من القوى الاقتصادية سوف تحاول الاستفادة من هذه الفرص، فإذا لم تملأه الموارد والقدرات المحلية تشغله القدرات الأجنبية وتحوله إلى ما يفيد أغراضها وأسواقها هي، وسيقتصر الدور المحلى هنا إما على مساندة هذه القوى بمعنى الدخول فى شراكات تقل فيها

نسبة الشريك المحلى نظرا لغياب دوره فى تصنيع التكنولوجيا المستخدمة أو مجرد مكاتب للوكالة تسعى بشتى الطرق لفوز موكليهم بالمزيد من قطع الكعك نظير الرضا بالفتات.

إن الاعتماد على المنح والمساعدات المادية الأجنبية فى دعم مشروعات الطاقة المتجددة وغيرها من المشروعات يرهن تطور هذه القطاعات بما يتم تقديمه أو جلبه من مساعدات، وهى أمور لا تضمن دفع تطبيقاتها إلى الأمام مما حدا بدول مثل الهند والصين إلى استثناء المنح والمساعدات من خطط التنمية، ففى الهند مثلا تبلغ نسبة المنح المشاركة فى عمليات التنمية ٠,٥٪ من إجمالى الإنفاق العام على المشروعات، أى أن الحافز للتنمية لابد وأن يكون ذاتى المصدر فى المقام الأول.

على نحو آخر، يجب ألا تتجه الدول النامية إلى الانفتاح الموسع غير المدروس فى تصنيع مكونات أنظمة الطاقة المتجددة، حتى لا تدخل فى تجربة التقييم الخاسر مع المنتجات المماثلة المصنعة فى الدول المتقدمة (الفتية)، والتى عادة ما تكون ذات جودة أعلى وأسعار أقل نظرا لما مرت بها مراحل الإنتاج من تطور يصعب أن تنافسها فيه الأسواق الناشئة، وبالتالى فإن الأمر – فى الدول النامية– يستدعى تركيز التصنيع على بعض المكونات التى يمكن أن تحقق منافسة مع نظيرها الأجنبى وعدم قصر استخدام هذه المكونات على السوق المحلي، بل النظر فى إمكانية تسويقها إقليميا وعالميا طبقا لمعايير التنافسية الدولية والتى تعرف على أنها قدرة البلد على الإنتاج بمعدلات أعلى وأكفأ نسبيا(٩٠)، ويقصد بالكفاءة، تكلفة أقل بإدخال تحسينات فى العملية الإنتاجية، وارتفاع الجودة وفقا لأفضل معلومات فى السوق وتقنيات الإنتاج، والملاءمة التى تمثل الصلة مع المتطلبات العالمية وعدم قصرها على المتطلبات المحلية فقط.

على المستوى العالمى تلجأ الدول الفتية– فى بعض الأحيان إلى دعم أسواق الطاقة المتجددة من خلال تنمية استخداماتها فى الدول النامية، وذلك لقاء استمرار تنمية تطوير التكنولوجيات المستخدمة وتقليل الفترات الزمنية اللازمة لاستكمال مراحل التطور، ويمكن تلخيص مستويات التعاون بين الدول الفتية وتلك الناشئة كما فى

جدول (٤-١).

| نوع الدعم | العائد من الدول المانحة | العائد علي الدول المقترضة | موقف الطاقة المنتجة | حجم المشروع |
|---|---|---|---|---|
| **قروض تمويلية** | تنمية تكنولوجية | توفير التمويل قد يتحقق ربح | يمكن تصدير الفائض | صغير أومتوسط |
| **دعم تقنى** | تأمين مصادر الطاقة مقابل مادي | تنمية تكنولوجية | تصدير جزئي أو كلى | كبير |

**جدول (٤-١): مستويات وآثار التعاون بين الدول المتقدمة والنامية فى مجال الطاقة المتجددة**

من هنا يظهر لنا أنه فى حال توفير الدول المتقدمة الدعم المالى ممثلا فى شكل قروض تمويلية لمشروعات الطاقة المتجددة المقامة فى الدول النامية فإن العائد على الدول المانحة يتمثل فى ضمان تواصل التنمية التكنولوجية لمعدات الطاقة المتجددة واختزال دورة التطور لهذه المعدات ليزيد الاعتماد عليها فى الوفاء بمتطلبات الطاقة فى مدة زمنية قصيرة، فى حين يعود ذلك بالنفع على الدول المقترضة فى توفير الأموال اللازمة لإنشاء هذه المشروعات مع عدم ضمان الربحية.

ويرجع عدم ضمان ربحية المشروعات لآليات التعامل مع الطاقة المنتجة من المصادر المتجددة فى الدول النامية فإذا تم بيعها أخذا فى الاعتبار تحقيق هامش ربح يسمح للدولة بتغطية الديون فإن المشروع يعطى ربحية تسمح على الأقل بتكراره، أما إذا تم بيع الطاقة المنتجة بسعر مدعم -أقل من تكلفة الإنتاج- فإن المشروع لا يحقق عائداً إيجابياً ويضع الشكوك فى إمكانية تكراره مستقبليا. ونظرا لكون أسعار الطاقة فى الكثير من الدول النامية تكون مدعمة فإن معظم مشروعات إنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة لا تحقق ربحا مما يعرض الاستثمار فى هذه المشروعات لمخاطر التوقف وعدم الاستمرارية.

وعادة ما يشير حجم المشروعات المستقبلية إلى مستوى التطور فى الاعتماد على مصادر الطاقة المتجددة، ففى حالة الاعتماد على المصادر الخارجية فى توفير

التمويل المحلى عادة ما يخصص القرض لتمويل مشروعات من المستوى الصغير أو المتوسط، وعلينا أن نعلم أن هذا التعريف يختلف باختلاف التطبيق فإقامة مزرعة رياح تقل قدرتها عن ٢٥ م.و. -فى الوقت الراهن- تعتبر مشروعاً صغيراً فى حين أن نفس القدرة فى مشروعات الخلايا الشمسية تعد مشروعا كبيرا، أما المشروعات المتوسطة فى مجال طاقة الرياح فتتراوح قدرتها -حاليا- من ٧٥ ميجا وات إلى ١٥٠ ميجا وات، ومن الجدير بالذكر أن هذا التقسيم يختلف بمرور الزمن ففى التسعينات من القرن الفائت كان الإعلان عن إنشاء محطة رياح تتراوح قدرتها حول ٣٠ ميجا وات كفيلاً بجذب أكبر شركات تصنيع التوربينات العالمية، أما الآن ومع تزايد النهم العالمى لإنشاء مزارع رياح فقد أصبحت الدعوات لإنشاء مشروع بقدرة ١٠٠ ميجا وات لا يفتح شهية الشركات المصنعة للمناقشة، حيث ارتفعت المتوسطات العالمية إلى عدة مئات، ففى مايو ٢٠٠٣ أعلنت كندا عن إنشاء ١٠٠٠ ميجا وات (٩١) بنظام المناقصات التنافسية(*). وتم توقيع العقود فى أكتوبر ٢٠٠٤ لتنفذ هذه المشروعات فى الفترة من ٢٠٠٦ حتى ٢٠١٢، ثم فى أكتوبر ٢٠٠٥ أعلن عن طرح مناقصات لتركيب ٢٠٠٠ ميجا وات يتم تركيبها فى الفترة من ٢٠١٠ حتى ٢٠١٥ وبيع الكهرباء المنتجة منها لمدة ٢٥ عاماً، وفى عام ٢٠٠٨ أعلن عن طرح ٥٠٠ ميجا وات دفعة واحدة(٩٢).

وعلى النقيض فإن الدول النامية التى تستطيع أن توفر التمويل اللازم لمشروعات الطاقة المتجددة وبخاصة إذا كان من موارد محلية، تستطيع فى الوقت نفسه جذب التكنولوجيات العالمية مما يؤدى إلى تطوير أسواقها وتنميتها، إلا أن اجتذاب التكنولوجيات العالمية للاستثمار فى مجالات الطاقة المتجددة، وتحديدا إنشاء المصانع اللازمة لتصنيع مكونات أنظمة إنتاج الطاقة سواء كانت من الرياح أو الشمس أو غيرها، ترتبط بشكل كبير بالخطط الوطنية التى تضعها الدول النامية وتلتزم

---

(*) بمعنى تنافس الشركات فى تقديم أقل سعر للطاقة المنتجة من مزرعة الرياح وفى هذا النظام تتولى الشركات توفير التمويل اللازم لشراء المزرعة وتركيبها وتشغيلها وصيانتها مع الاتفاق على سعر بيع للطاقة المنتجة خلال مدة العقد الموقع مع الدولة.

بتنفيذها، ففى الهند أعلنت الدولة التزامها بتركيب ١٠٠٠ ميجا وات من توربينات الرياح سنويا، مما دفع المصانع العالمية لإنتاج التوربينات إلى فتح خطوط إنتاج لها فى الهند، الأمر الذى أدى مباشرة إلى تنمية عمليات التصنيع المحلى وإنتاج قطع الغيار اللازمة لعمليات التشغيل والصيانة، وحاليا يوجد فى الهند شركات متعددة عالمية ووطنية تحتل مكانة متقدمة فى تصنيع توربينات الرياح عالميا، وفى العام الماضى تم تركيب ١٦٠٠ ميجا وات فى الهند مما أعطى ثقة ومصداقية للخطط الوطنية، ونفس الشئ حدث فى الصين التى أنشأت فى عام ٢٠٠٧ فقط ٣٠٠٠ ميجا وات من توربينات الرياح، وفى عام ٢٠٠٨ ضاعفت القدرة المركبة من حوالى ٦٠٠٠ ميجا وات إلى ١٢٢٥٠ ميجا وات، وبنهاية عام ٢٠١٠ احتلت الصين المركز الأول عالميا من حيث القدرات المركبة والتى بلغت حوالى ٤٤ ألف ميجا وات.

**دور القطاع الحكومي**

يشير مصطلح «التمويل البيئى» إلى معيار تمويل المنتجات من المصارف التجارية للاستثمار فى التكنولوجيا النظيفة مثل معدات الطاقة المتجددة، نظم ترشيد الطاقة، التحول للوقود الأنظف، .. إلخ، ويمثل تمويل شراء هذه المعدات والنظم الأهداف الرئيسية لسوق الطاقة المتجددة، كما يعد إيجاد وتعزيز واستمرار الطلب على تلك المكونات شرطا أساسيا للحصول على التمويل من المؤسسات المالية المعنية، وفى هذا الإطار، يبرز للقطاع الحكومى دوران أساسيان حتى يمكن إنشاء السوق وضمان استمراريتها هما: أولا: عرض مجموعة من الأدوات والآليات لإيجاد حوافز واسعة النطاق وطويلة الأجل لضمان استمرار الطلب، ثانيا: المساعدة فى التنسيق بين الأنشطة المختلفة للجهات الفاعلة ووضع تدابير وأدوات لإيجاد طلب على الاستثمارات تضم مجموعة متكاملة من التمويل المستهدف، من قبيل طرح صكوك/أسهم لرفع معدلات الطلب على سوق المنتجات البيئية مع اتخاذ التدابير اللازمة للحد من المخاطر البنكية مع وضع معايير لدعم الكفاءة فى توزيع وتقاسم الأعباء حيث إن نجاح هذه البرامج يعد أمراً معقداً.

ونظرا لأن تكنولوجيا كفاءة استخدام الطاقة وتطبيقات الطاقة المتجددة يمثلان

الجزء الأكبر من سوق التكنولوجيات النظيفة، سواء فى البلدان النامية أو المتقدمة، فأولا وقبل كل شيء، تحتاج المؤسسات المالية من القطاع الحكومى إلى إطار عمل يعطيها حق الاستثمار فى منتجات بيئية نظيفة، مع إمكانية الحصول على فكرة جيدة عن ظروف السوق المثالية للتمويل البيئى من خلال النظر إلى خصائص المنتجات التى غالبا ما تكون البنوك على استعداد لتمويلها، فعلى سبيل المثال نجد أن العقارات والهواتف المحمولة والسيارات تتميز بارتفاع واستمرارية الطلب على التمويل السنوي، لذا يكون لدى المصارف احتمالات جيدة لزيادة الإنتاجية، كما أن موظفى البنك يدركون ويعرفون هذه المنتجات بشكل جيد بل ويتعاملون معها، لذا لا تحتاج البنوك لتدريب موظفيها للتعرف على هذه التقنيات، يضاف إلى ذلك انخفاض تكاليف المعاملات بمفهوم التوحيد القياسى للإجراءات.

من هنا يتحتم أن تتسم سياسات الطاقة بالوضوح وأن تكون محددة بما يكفى لتحسين الوضع المصرفى للمشروعات وتوفير ظروف مواتية للنمو المطرد فى السوق فى قطاع الطاقة المتجددة، بما يؤهلها للتطبيق على المدى الطويل لتحقيق أهدافها، ومن السياسات التى يمكن أن تساعد بشكل كبير فى تنشيط أسواق الطاقة النظيفة، تخصيص جانب من استهلاك الصناعات الكثيفة الاستخدام للطاقة (مثل الحديد والألومنيوم والسيراميك) من المصادر المتجددة، بمعنى أن يتم حساب جزء من استهلاك الطاقة الكهربائية بهذه المصانع بسعر متوسط للطاقة المنتجة من مصادر متجددة، ليعطى الفرصة لمشروعات الطاقة المتجددة للنمو بشكل مطرد، أو تخصيص نسبة من الضرائب المفروضة على الصناعات الكثيفة الاستخدام للطاقة والملوثة للبيئة فى دعم تكنولوجيا الطاقة المتجددة، أو وضع سياسات تسعير ملائمة فى قطاع الكهرباء تعتمد على نظام شرائح الاستهلاك، بحيث تضمن التعريفة -لمؤسسات الأعمال- استرداد استثماراتها وتحقيق أرباح تساعدها على استمرارية عملية الاستثمار مع إتاحة الفرصة للقطاع الخاص للاستثمار فى إنتاج الطاقة المنتجة من المصادر المختلفة وتسويقها إما لمستهلكين أو للشبكة القومية، إلى جانب إنشاء نظم مركزية للتسخين الشمسى للمياه للوحدات السكنية والخدمية والفندقية وغيرها.

# الفصل الخامس

## البيئة فى حضارة نفث الكربون

يعد التخطيط طويل المدى أحد سبل معالجة قضايا الاستدامة ممثلة فى شقين رئيسيين هما التغيرات الاقتصادية والأخطار البيئية، ومع الإجماع فى الرأى للتحرك صوب نظم إنمائية جديدة، تأخذ الاستدامة كمحور رئيسى، يدمج النمو الاقتصادى مع المسئولية البيئية والعدالة الاجتماعية، روعى –على أثرها– إدماج هذه المتطلبات فى الخطط المستقبلية، لتنظر تلك الدول بعين الحكمة فى احتياجاتها، وسبل توفيرها بأساليب ومناهج مستدامة.

من الناحية العملية، لا تملك معظم البلدان النامية أصولا كافية من البنية التحتية، مثل محطات وشبكات الكهرباء، والطرق، والحواجز والسدود فضلا عما تواجهه من تحديات مالية هائلة للتطوير، من هنا تأتى حاجتها لمساعدتها فى تطوير أصول مناسبة للبنية التحتية ذات أداء جيد، فهناك حوالى ١,٦ مليار نسمة يفتقرون لفرص الحصول على الكهرباء، وحوالى ٢,٤ مليار نسمة يعتمدون على الكتلة الحيوية فى الطهو والتدفئة، والغالبية العظمى من هؤلاء الذين تنقصهم خدمات الطاقة هم من فقراء إفريقيا جنوب الصحراء والهند.

وهناك أيضا تحولات عديدة ينتظر أن تحدث مستقبليا فى مجال الطاقة، وتختلف الرؤى فى هذا المجال، إلا أننا يعنينا فيها التصورات المستقبلية التى تؤسس لتهميش مشاركة المصادر البديلة، والتى تذكر أنه من غير المنتظر خروج البترول من إطار صورة الطاقة، بل سيظل محل اهتمام لعقود عديدة، كما أن الغاز الطبيعى -اعتمادا

على جاذبيته البيئية مقارنة بالبترول- سوف يستمر لسنوات وسنوات، كذلك فإن الصين والهند وبعض البلدان الآسيوية الأخرى التى تعد موطناً لمستودعات الفحم ينتظر أن تزيد اعتمادها عليه يدفعها لذلك كونه طاقة رخيصة متاحة، وفى ظل سيناريوهات تؤسس لنفث مزيد من الانبعاثات تصبح الاستدامة صعبة المنال ما لم تتخذ إجراءات بعينها !!.

فإذا كان علينا أن نختار استراتيجيات اقتصادية للبيئة الطبيعية، يجب أن نبدأ بالتعرف على القيمة الاقتصادية المتاحة بالفعل، معترفين ومقرين بأن البيئة الطبيعية بحد ذاتها ثروة يجب المحافظة عليها، وأن الاستراتيجيات محل الإعداد عليها أن تضيف قيمة لهذه البيئة، لا أن تسلبها قيمتها الحالية، فرأس المال الذى تتيحه الشمس لنا يظهر فى الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح، وليس فقط فى الوقود الأحفورى الذى تحول فى باطن الأرض خلال مئات العقود بفعل الشمس إلى فحم

وبترول وغاز طبيعى، والآن ينظر الكثيرون لجهود إعادة الاعتبار للبيئة على أنها قيود، وكأن المحافظة على البيئة خسارة، وتدميرها مكسب.

من هذا المنطلق يرى منظرو الاقتصاد غير المستدام أن الإبقاء على الغابات يحولها لأصول ذات قيمة هامشية، أما إذا تحولت إلى مصدر للأخشاب فإن قيمتها الاقتصادية ترتفع، يحدث هذا على الرغم من المنافع العديدة التى تؤديها الغابة للاقتصاد والبشر، فهى توفر الموطن للحشرات المُلَقِحة، والطيور والحيوانات، وتحمى التنوع الإحيائى، وتعمل كمستودع للمواد الصيدلانية المنقذة للحياة، فهى تصد الرياح، وتحفظ التربة من التآكل، فتبقى على خصوبة وإنتاجية التربة، وتمتص أوراقها وترشح الملوثات من المناطق الصناعية القريبة، ومن خلال نشاط التمثيل الضوئى لنباتاتها، تقوم بصنع الأكسجين حتى نتنفسه وتحتبس الكربون، فتحد من احترار الكرة الأرضية.

إننا جميعا ندين لانبعاثات الكربون بما نعيشه ونحياه من تقدم فى كافة المجالات، فقد كان لظهور البترول كعنصر فاعل فى منظومة الطاقة أثر لا يمكن إغفاله فى الدفع بكافة التكنولوجيات فى اتجاه التطور والتقدم، ومع ظهور التكنولوجيات الحديثة زاد الاعتماد على كل من الوقود السائل والكهرباء، فالأول يعطى عند حرقه غازات عدة تشمل أكاسيد الكربون، والثانية ينتج جلها من محطات تحرق الوقود السائل أيضا لتنفث بدورها غازات الصوبة الزجاجية، ناهيك عن وسائل النقل المتعددة برا وبحرا وجوا، وهذا كله يترك حيثما حل خيط دخان، ليكتب بقلم من كربون فى أجواز الفضاء وأيضا فى الطرقات عنوان الحضارة التى نحياها.

إن وعينا بالأبعاد البيئية يجعلنا ننظر للقيم المضافة التى يجب أن تسبغها نظمنا الخاصة بتوليد الطاقة على البيئة، إن أخذ الشركات العاملة فى إنشاء نظم الطاقة هذا الحس البيئى فى الاعتبار سوف يوجهها لإيجاد استراتيجيات تسويق بيئية، وإذا كانت غالبية شركات الطاقة ذات سمعة سيئة فى الوقت الحالى، فإن أعمالها ومستقبلها خلال القرن الحادى والعشرين يجب أن يتسم بسمعة جيدة، مما يستدعى

أن تمتلك هذه الشركات رؤية مستقبلية، رؤية تتناسب مع مكانة هذه الشركات وسمعتها خلال العقود القادمة، فى ذلك الوقت سوف تكون مصادر الطاقة أندر وأغلى سعرا يصعب معها السيطرة على رأس المال الطبيعى، على الجانب المقابل سوف يزداد الوعى الاستهلاكى بالجوانب البيئية لتوليد الطاقة والحفاظ على البيئة ليظهر فى بنود التشريع التى تقرها الدول.

## إفرازات حضارية

يختلف مفهوم الشـأن البيئى بين العالم الصناعى والعالم النامي، ففى الدول الصناعية يتركز الاهتمام على الملوثات وذلك لكون العالم الصناعى المتقدم يربط بين التلوث والإنتاج ككل، مع تضمين الدراسات لتحليل التكلفة/المنفعة «Cost/Benefit Analysis» -والذى يعرف بأنه موازنة بين التكاليف والفوائد من تبنى الخيارات المختلفة المتوافرة ضمن موقف بعينه- للآثار البيئية الناتجة عن توليد الكهرباء سواء الآثار المباشرة مثل عوادم الوقود وتأثر البيئة المحيطة بمحطة التوليد أو غير المباشرة مثل تأثر صحة الإنسان وزيادة عدد الوفيات، .. إلخ. أيضا المواد الكيماوية السامة، المستخدمة فى حفظ الأغذية وغيرها من الصناعات وثيقة الصلة بالاستخدامات البشرية، وما أثير عن علاقة بعض هذه المواد بأمراض خطيرة مثل السرطان.

أما فى الدول النامية، فتتفاوت وجهات النظر بخصوص الشأن البيئي، ففى حين ينظر له فى بعض بلدان العالم النامى على أنه عمل مرتبط بالرفاهية، يرى البعض الآخر أنه نتيجة طبيعية لتسارع عمليات التصنيع وزيادة معدلات التلوث وأن هناك ضرورة لإعادة النظر فى عمليات الإنتاج التى لم تأخذ البيئة من قبل فى الاعتبار، علما بأن نسبة كبيرة من المصانع تفتقر إلى الحد الكافى من معدات الحماية، هذا إلى جانب استخدام طرق تصنيع قديمة ذات آثار سلبية بيئيا. كما أننا بحاجة إلى منهجية سليمة لحساب المنفعة/التكلفة، علما بأن أسلوب الحساب معروف ومقبول بشكل عام فى الشئون الاقتصادية، أما إذا حاولنا صياغة منهجية ملائمة لحساب المنفعة البيئية، فإننا بلا شك سنواجه مشاكل التوصل إلى حلول متفق عليها. إن

حساب تكلفة معالجة المخلفات أو تطوير تقنية ما لإنتاج طاقة أقل تلويثا أو أقل استهلاكا للوقود الأحفورى أمر ممكن، إلا أن حساب المنفعة مقدرة بالمال لكل متر مكعب من الهواء النقى أو المياه غير الملوثة أمر غير يسير.

إن نظرة سريعة للنظم الحالية لإنتاج الطاقة فى العديد من الدول يظهر لنا مدى تفشى النظم غير المستدامة وانتشارها فى أماكن كثيرة على كوكب الأرض، فالصين تنفث سنويا ٦,٥ مليار من ثانى أكسيد الكربون سنويا، أى تقريبا بمعدل ١٨ مليون طن يوميا، أما أمريكا فإن الوقود الأحفورى الذى يساهم بنسبة لا تقل عن٨٠٪ من إجمالى مصادر الطاقة الأولية، تضخ يوميا ١٥ مليون طن من ثانى أكسيد كربون فى المجال الجوى العالمى، وعلى نفس المستوى يأتى الاتحاد الأوربى -الذى يضع التزاماً على نفسه بإنتاج خمس الكهرباء التى يحتاجها عام ٢٠٢٠ من مصادر متجددة- ينتج يوميا ١١ مليون طن ثانى أكسيد كربون، ومع اكتساب المسئولية البيئية بعدا سياسيا مصحوبا بجس النبض عن مدى قبول مبدأ توقيع عقوبات على الدول غير الملتزمة بيئيا، وهل تكون المؤشرات إجمالى انبعاثات الدولة أم نصيب كل فرد من الانبعاثات، اهتمت الدول بإلقاء اللوم على بعضها البعض أكثر من اهتمامها بتخفيض انبعاثاتها وزيادة المساحة المخصصة للتقنيات النظيفة.

أيضا تمثل الجمعيات غير الحكومية والمنظمات غير الرسمية الدولية مثل منظمة السلام الأخضر أوراق ضغط على العديد من الشركات كى تعدل من خططها الإنتاجية، فقد قادت المنظمة خلال النصف الأول من عام ٢٠١١ حملتين إعلانيتين الأولى على الشركات المصنعة للدمية الشهيرة باربى، والثانية على شركتى الملابس الرياضية «Nike»، «adidas». ركزت الأولى على استخدام الشركات المصنعة للدمية عبوات تم تصنيعها من غابات إندونسيا، فى حين جاء فى الثانية أن هاتين الشركتين تلجآن إلى مصانع صينية لا تراعى المعايير البيئية فى تصنيع المنتجات الرياضية التى تصنعها لحساب الشركتين الشهيرتين، مؤكدة أن لديها دلائل قوية على إلقاء هذه الشركات الصينية مخلفاتها الكيمائية فى الأنهار. الجدير بالذكر أن ٧٠٪ من الأنهار فى الصين لوثت بفعل استخدامها لتصريف المخلفات الكيمائية للمصانع.

إن ما نذكره فى هذا الموضع لا يغفل الجهود التى تبذلها بعض الدول فى مجال الاستدامة، لكنه يرد هنا بهدف حث المزيد من الجهات على الاهتمام بالبيئة والنظر لمردوداتها نظرة تعلى من قيمتها، فالتأكيد على استدامة الطاقة يرتبط بتوافق العمل فى الأنشطة الأخرى، ففرق قطع أشجار الغابات تنتشر فى العديد من الدول، والحرق غير الآمن بيئيا لهذه الأشجار يهدد البيئة ويلوثها. أثناء زيارة عمل لى فى أمريكا، كان صف الأشجار المحترقة على طول الطريق إلى «Logue Avenue» الواقع خارج سان فرانسيسكو يعلن فى صراحة كراهية أفراد وجماعات للبيئة، وبغضهم للون الأخضر رمز الحياة، على الرغم من وقوع هذا التجاوز فى ولاية كاليفورنيا التى تبذل مساعى كبيرة فى مجالات الطاقة المتجددة والبيئة.

وللإنصاف يحدث ذلك فى وقت اتجهت فيه بعض شركات الطاقة العالمية لدمج نظم إنتاج الطاقة النظيفة داخل نطاق عملها، وبغض النظر عن الأسباب وراء هذه الخطوات، فإنها استجابة محمودة وخطوة إيجابية، فبعض الشركات اتجهت لمشروعات الطاقة النظيفة بحثا عن قطعة كعك فى الأرباح التى بدأت تجنيها الشركات المتخصصة فى الطاقة البديلة، فشركة سيمنز التى تأسست عام ١٨٤٧ فى برلين ألمانيا من جانب إيرنست سيمنز، ولها باع كبير فى مجال الإلكترونيات والكهرباء المولدة من الوقود الأحفورى، اتجهت منذ عدة سنوات إلى الاستثمار فى مجالات الطاقة المتجددة، وتحقق استثمارات طاقة الرياح أحد أكبر معدلات النمو فى الشركة، حيث بلغت فى الربع الأخير من عام ٢٠١٠ نحو ٤٨٪، متفوقة على كافة مجالات استثمار الشركة.

أيضا شركة جنرال إليكتريك التى أسسها إديسون مخترع المصباح الكهربائى الذى ألهب خيال المستهلكين بأن الضوء سوف يغمر المنزل نهارا وليلا بمجرد ضغطة بنان على زر النور، وأن الكهرباء سوف تصبح رخيصة لدرجة أن الأغنياء وحدهم سيكونون الوحيدين القادرين على شراء الشموع فى عالم تملؤه الكهرباء، تحولت الشركة نحو دمج تطبيقات الطاقة المتجددة فى نطاق عملها، وذلك باستحواذها على

شركة إنرون المتخصصة فى الطاقات التقليدية والمتجددة والتى انهارت إثر اكتشاف عمليات فساد كبيرة أدت إلى إفلاسها، أعادت شركة جنرال إليكتريك هيكلة إنرون ودمجتها ضمن هيكلها التنظيمى الأمر الذى أدى إلى أن تجنى الشركة عائدات كبيرة من استثماراتها فى مجالات الطاقة المتجددة.

على صعيد آخر، صاحب الزيادة المستمرة فى التنمية بالبلدان الصناعية زيادة مماثلة فى إنتاج النفايات الخطرة، فقد تضاعف الإنتاج العالمى السنوى من النفايات بأكثر من مائة ضعف فى النصف الثانى من القرن الماضي، ونظرا لما تضعه هذه النفايات من آثار خطيرة وسامة على الأرض والهواء والماء وكل الكائنات الحية، إذا لم تعالج أو يتم التخلص منها وفقا لمتطلبات الأمان البيئى ولندرة المواقع الآمنة بيئيا لدفن تلك النفايات فى الدول الصناعية، تتجه الدول المنتجة للنفايات إلى تصديرها للخارج للتخلص النهائى منها، وعادة ما تتلقى الدول الإفريقية الفقيرة النصيب الأكبر، فعلى سبيل المثال، نجحت شركة الغربية سيسكو فى الحصول على موافقة مكتوبة من حكومة دولة بنين على قيام الشركة بنقل خمسة ملايين طن سنويا من النفايات الخطرة مقابل حصول الحكومة البنينية على دولارين ونصف للطن الواحد، فى حين تدفع الشركات الصناعية الأوروبية التى تتولد عن أنشطتها هذه النفايات ألف دولار لشركة سيسكو لقاء التخلص من الطن الواحد شاملا تكلفة النقل. كما تشير التقارير إلى أن حكومة جمهورية بنين قامت خلال الفترة من ١٩٨٤ إلى ١٩٨٨، باستقبال عدة أطنان من النفايات المشعة من الاتحاد السوڤييتى بغرض التخلص النهائى منها. كما أجرت فى الوقت ذاته مفاوضات ثنائية مع الحكومة الفرنسية من أجل دفن نفايات مشعة وأخرى خطرة مقابل حصولها على ١,٦ مليون دولار ومساعدات اقتصادية لمدة ٣٠ سنة، كما وقعت عقدا مع شركة أنجلو- أمريكية «Sesco-Gibraltar»، تلتزم دولة بنين بمقتضاه بتخزين ٥٠ مليون طن من النفايات السامة لمدة عشر سنوات(٩٣).

أيضا، ينظر البعض إلى السدود المائية الكبيرة على أنها مصدر لتدمير البيئة،

مثل فقد مصائد الأسماك والمقومات السياحية وإغراق الأراضى الزراعية والغابات، مع العلم أن معظم تلك المشروعات قد فشلت فى تعويض المتضررين عن خسائرهم أو تخفيف الآثار البيئية على نحو كاف، من هذا الإطار يبدو مشروع سد «Nam Theun» فى لاوس الذى أنشأته شركة كهرباء فرنسا. جرى هذا مع كل وعود الشركة، ومن قبلها الحكومة المحلية، والبنك الدولي ممول المشروع، وكافة المؤيدين لهذا المشروع أنه سيكون مختلفاً عن غيره من المشروعات، وتم الترويج له تحت شعار مشروع الحد من الفقر، وقد ساعدت هذه الوعود فى الحصول على منح وقروض ميسرة ضمنت تنفيذ المشروع فى ظل غطاء مالى مستقر، إلا أنه بانتهاء المشروع تعثرت البرامج الاجتماعية والبيئية التى سبق ربطها بالمشروع، مما جعل الأمور تبدو أكثر صعوبة لأولئك القرويين البسطاء، واضطر نحو ١٢٠ ألف شخص تأثرت حياتهم بتشغيل المشروع فى أوائل عام ٢٠١٠ حاولوا التكيف قدر المستطاع مع ما آلت إليه مصائد أسماك دمرت، وحدائق أغرقت ثمارها الفيضانات. إن الأضرار البيئية لتنفيذ مشروعات الطاقة لم ينج منها حتى تلك الطاقة النظيفة، التى خلق منها كل شئ حى!!.

إننا فى حاجة إلى حلول سريعة نجنى نتائجها على المدى القصير والعمل على تنويع مصادر الطاقة بهدف تقليل الاعتماد على البترول والغاز الطبيعي، وذلك فى إطار خطة عمل متكاملة تشمل الدول المستوردة والمستهلكة لهذه المصادر، والدخول فى شراكات تسمح بتطوير أساليب الحصول على الطاقة من مصادر نظيفة، مع نقل هذه التكنولوجيا إلى جميع الشركاء على حد سواء، إننا فى حاجة إلى شراكة تقوم على أساس التعاون والتشارك وليس على أساس جانب قوى وآخر ضعيف، وسيثبت الاقتصاد مستقبليا أن الدول التى سارعت بالاستثمار بجدية فى المجالات المختلفة استطاعت أن تحوز قصب السبق وأن تحدد مسارات الطاقة فى المستقبل وتؤمن احتياجاتها مستقبليا.

### التنمية المستدامة

تطرح فكرة التنمية ضرورة طرح آلية للقياس سواء لصياغة السياسات والخطط

وتحديد الأهداف أو لتقييم النتائج، ونظراً للتحولات الواسعة فى مفهوم التنمية، فقد مرت المؤشرات بتطورات هامة على محاور عدة بدءاً من مقاييس النمو الاقتصادى إلى المؤشرات الاجتماعية كالبطالة ونصيب الفرد من استهلاك الطاقة والأدلة المركبة كدليل التنمية البشرية، فالبلدان الغنية التى تضم ٢٠٪ من سكان العالم تستهلك نصف طاقته، مما أدى إلى ارتفاع نصيب الفرد فيها إلى عشرة أمثال نظيره فى البلدان منخفضة الدخل(٩٤).

يعتبر النمو أمراً ضروريا للحد من الفقر والوصول إلى تحقيق أهداف التنمية المستدامة، ولكن النمو بأى ثمن ليس إنجازاً مستداما، فالنمو المسئول مطلوب لاستمرار الزيادات المتوقعة فى الاستهلاك، والمهارات البشرية، والعدالة الاجتماعية. كذلك تمثل طبيعة النمو فى الدول الغنية قضية أخرى، فاليوم يذهب ٨٠٪ من الدخل المحلى الإجمالى إلى ٢٠٪ فقط من سكان العالم يرافقه أنماط استهلاك غير سوية فى قطاعات الطاقة، والمياه، والأغذية، والسلع المصنعة، والخدمات، ومع أن كثيراً من هذه الأنماط غير مستدام(٩٥)، إلا أنه يتوقع استمرارها وتواصلها لفترة غير وجيزة، أيضا يحاول العالم النامى رفع معدلات النمو ليصبح أكثر ثراءً، ليزيد التكالب على استهلاك مصادر الطاقة، بغية رفع مستوى المعيشة وتحسينه متناسين ضرورة وجود أنظمة استهلاك أكثر استدامة.

تناولت الكثير من الكتب والمقالات مصطلح التنمية المستدامة بتعريفات عدة هدفت فى إجمالها للتركيز على وفاء الموارد الحالية باحتياجات ومتطلبات الحاضر والمستقبل معا، منها ما أورده الدكتور أسامة الخولي نقلا عن اللجنة العالمية للبيئة والتنمية World Committee for Energy and Development, WCED بأنها:

**«إجراء يتناغم فيه استغلال الموارد وتوجهات الاستثمار وتغيير المؤسسات، تُعزز من خلالها إمكانات الحاضر والمستقبل للوفاء باحتياجات الإنسان وتطلعاته(٩٦)»**

أى أن التنمية المستدامة تتطلب سيادة قيم الاستهلاك التى لا تتجاوز الممكن بيئيا. من ناحية أخري، يرى الدكتور الصمادي(٩٧) أن التنمية التى تنادى بها القمم

والمنتديات العالمية لا يمكن تحقيقها فى ظل النظرة الرأسمالية التى تركز على وفرة الإنتاج وارتفاع مستوى الاستهلاك دون النظر إلى عدالة التوزيع ضمن قيم مجتمعية لا تتحقق فى غياب تشريع يربط بين الإنتاج والتوزيع.

من هنا نجد أن التنمية المستدامة هدف يجب أن نسعى إليه بوضع ضوابط وآليات تمكننا من تحقيق أهدافنا، وتتنوع الضوابط والمعايير بين اجتماعية، واقتصادية، وبيئية، فإذا أردنا إنشاء مشروع ما أخضعناه لمعايير ثلاث أولها اجتماعى يهتم بتحسين جودة الحياة، والتخفيف من الفقر، وثانيها اقتصادى يركز على توفير عائدات مالية للكيانات المحلية، والتأثير إيجابياً على ميزان المدفوعات، وآخرها بيئى يهدف إلى تقليص انبعاثات غازات الدفيئة، والوفاء بأغراض سياسات الطاقة والبيئة، وتقليل الاعتماد على الوقود الأحفورى، والحفاظ على الموارد المحلية.

تشكل خدمات الطاقة جزءا أساسيا من النمو المسئول عن التنمية المستدامة، حيث تمتد إلى أبعد بكثير من الاستخدامات المباشرة -التى تشمل التدفئة والطهو والإضاءة- إلى حزمة من الدعامات الأساسية للتنمية. فالإضاءة الكهربائية للمدارس والمنازل تتيح للطلاب القراءة فى غير أوقات النهار أو فى الأماكن التى تكون فيها الإضاءة الطبيعية محدودة. والأسر التى لديها خدمات طاقة حديثة للطهو والإضاءة تتفادى بذل جهد يومى فى إيجاد بديل (مثل جمع الحطب والأخشاب، وإعداد روث الحيوان) للطاقة المستنفدة لتلبية احتياجاتهم، وهو جهد قد يستغرق ساعات بالنسبة للنساء والأطفال، وبإعفائهم من هذا العبء يتوافر للأطفال وقت أطول للانتظام فى المدارس، وتستطيع النساء قضاء مدة أكبر فى القيام بأنشطة إنتاجية أخري، تحقق لهم دخلاً مناسباً وقيمة مضافة مما يمكن أن يوفر دخلا لتغطية تكلفة خدمات الطاقة.

والارتباط بين الاستخدامات الحديثة للطاقة والبيئة مهم أيضا، فكوكبنا الذى اعتلت صحته من فرط الاستخدامات غير الرشيدة للموارد الطبيعية، واعتماد ما يزيد عن ثلث سكان العالم على الكتلة الحيوية فى الطهو والتدفئة، كل هذا أدى إلى تلوث

الهواء ليتسبب مباشرة فى ظهور أمراض الجهاز التنفسى الحادة، ووفقا لتقديرات منظمة الصحة العالمية، يموت قرابة ٢,٥ مليون فرد فى البلدان النامية سنويا جراء استنشاق الهواء الملوث(٩٨).

من ناحية أخري، لا يمكن تحقيق التنمية المستدامة بدون الدعامات الأساسية كالتعليم والصحة ومياه الشرب النقية، وتوفير فرص القيام بالأنشطة الإنتاجية. وبمعرفة أن الطاقة هى العنصر الأساسى للعملية الإنتاجية غير متاح على نطاق واسع، نجد أن الاقتصاد العالمى يواجه عقبة كبرى على طريق النمو والتوسع، علما بأن المسار الذى سيسلكه نمو الطاقة فى المستقبل يعتمد على عوامل كثيرة منها: الناتج الاقتصادي، تعداد السكان، ومدى توافر الموارد، وتطوير ونشر التقنيات المحسنة لإنتاج وتحويل واستهلاك الطاقة، والسياسات الحكومية والاقتصادية والبيئية فى مجال الطاقة.

مع ارتباط تلوث الهواء بمصادر الطاقة الأحفورية وأيضا بالإنتاج والتصنيع، سلكت الكثير من الدول خُطى ناجحة فى مجالات التقنين والترشيد الخاص بالإنتاج والاستهلاك للطاقة وذلك بإدخال أساليب وتكنولوجيات نظيفة للإنتاج، واستخدام الأدوات الاقتصادية المحفزة لترشيد الاستهلاك والحد من التلوث، فاتخذت العديد من الدول حزمة من الإجراءات الاقتصادية كالتدخل فى الأسعار، والترشيدية مثل تطبيق برامج ترشيد الاستخدام، وإجراءات تكنولوجية باستخدام الوقود الأنظف بدلا من الأشد تلويثا، والقانونية بتطبيق معايير وقوانين تحافظ على البيئة، وبما أن الطاقات البديلة لن توفر ما يستلزمه العالم من البترول المستخدم حاليا، حيث يصعب تعويض الكميات المستهلكة من البترول حاليا على الأقل فى المستقبل القريب، يصبح من المحتمل اتجاه كثير من الدول لاستخدام الطاقة النووية رغم ما أثير عنها بعد زلزال فوكوشيما باليابان فى مارس ٢٠١١.

ولعل أكثر الجوانب المبشرة بالخير بالنسبة لمستقبل الطاقة المستدامة –شريطة وجود استثمار كاف فى مجال البحوث والتطوير– تكمن فى إمكانية تحقيق ابتكارات تكنولوجية فى كفاءة الطاقة والموارد المتجددة وتطوير الوقود الأحفوري. وفى ضوء

زيادة الاعتماد على الطاقة فإنه يتعين خفض كثافة الكربون فى العالم بصورة جذرية تجنبا لوقوع كوارث بيئية، وذلك بزيادة معدلات استخدام الموارد النظيفة والبدائل منخفضة الكربون، والالتزام بالتطبيق الأمثل للتقنيات القائمة والعمل على ابتكار تقنيات جديدة، فمن عام ١٩٦١ حتى عام ١٩٧٥، اقتضت كل زيادة فى الدخل بنسبة ١٪ بالبلدان الأعضاء فى منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية زيادة فى توليد الكهرباء بنسبة ١,٤٤٪، ومن ١٩٧٦ إلى عام ١٩٩٨، انخفض هذا الرقم إلى ١٪ وبالتالى انخفضت نسبة انبعاثات ثانى أكسيد الكربون، ومن عام ١٩٨٠ حتى ١٩٩٦، انخفض متوسط انبعاثات ثانى أكسيد الكربون لكل دولار أمريكى من الناتج المحلى الإجمالى بنحو ١٢,٥٪، إن الربط بين زيادة الدخل وارتفا ع نسبة نفث غازات الصوبة الزجاجية يجب أن يصوب بإحلال التقنيات الأنظف محل الأكثر تلويثا(٩٩).

لا تسهم مصادر الطاقة المتجددة وغيرها من التقنيات الصديقة للبيئة -والتى يعتبرها الكثيرون الخيار المنطقى للطاقة فى المستقبل- حتى الآن بقدر كبير من إجمالى عرض الطاقة فى العالم، ولأن الكهرباء هى الباب السحرى لعالم الطاقة أهملت المصادر المتجددة لعدة عقود حيث لم يكن بإمكانها تقديم الكهرباء بشكل ثابت ومستقر، وبتطور التكنولوجيا التى سمحت بتخزين الكهرباء المنتجة من تلك المصادر إلى وقت الاحتياج إليها، وأيضا ضخ الكهرباء إلى الشبكة وعدم قصر استخدامها على أحمل بعينها، خطت تلك المصادر خطوات واسعة تظهر فيها مشاركة طاقة الرياح والطاقة الشمسية وطاقة باطن الأرض بنسبة ٢,٣٪ فى إنتاج الكهرباء، أما الوقود الحيوى فيشارك بنسبة ٠,٦٪ فى استهلاك الطاقة، فى حين تساهم الطاقة المائية بحوالى ٣,٣٪، داعية إلى تركيز الاهتمام نحو تفعيل دور هذه المصادر من خلال جهود مشتركة تجمع بين المؤسسات الحكومية والقطا ع الخاص، فى إطار من المكاسب المشتركة، لا يسمح فقط بعوائد إيجابية على الطرفين بل والدولة أيضا، بمعنى تعدد الجهات المستفيدة من تنفيذ هذه المشروعات.

إن الطاقة أمر حيوى للتنمية الاقتصادية، فبدون الوقود لا يمكننا استخدام السيارات والقطارات، والطائرات، ولا الحياة بدون كهرباء، وفى البلدان الصناعية

تتوافر سبل التنمية الاقتصادية بمعدلات أكبر من مثيلتها فى البلدان النامية، كما أن التخفيف من حدة الفقر لا يمكن تحقيقه دون زيادة استخدام الأشكال الحديثة للطاقة، من هنا تظهر الإشكالية فى وجود حاجة إلى الكهرباء حتى يمكن تحقيق التنمية الاقتصادية، والبعد البيئى الذى يضع محددات على الانبعاثات الضارة، ويكمن الحل فى توليد الكهرباء من مصادر نظيفة، فحتى الآن، لا يحصل قرابة ربع سكان كوكب الأرض على الكهرباء، لكنهم يعتمدون على أنواع الوقود التقليدية مثل الحطب والروث، أما أولئك الذين يستخدمون الكهرباء فهم الأوفر حظاً والأكثر استمتاعاً بمصادر الطاقة الحديثة، إلا أنهم ينفقون فى المتوسط ١٢٪ من دخلهم على فاتورة الطاقة، فى حين أن نظراءهم فى بلدان منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية ينفقون حوالى ٢٪ فقط(١٠٠)، تترجم إلى تدنى دخل الفرد فى الدول النامية وارتفاع أسعار الكهرباء، إلى جانب عدم تطبيق برامج ترشيد الطاقة.

وفى الوقت نفسه، فإن توفير خدمات الطاقة، ولا سيما من خلال حرق الوقود الأحفورى والحرق غير الآمن للكتلة الحيوية، يتسبب فى تأثيرات ضارة على البيئة. ففى البلدان الغنية، يتم توجيه الكثير من الاهتمام إلى الانعكاسات الإقليمية والعالمية لحرق الوقود، كما أن العديد من التأثيرات المحلية يتم السيطرة عليها بنفقات مقبولة، فى الجانب الآخر لاتزال القضايا البيئية المحلية المرتبطة باستخدام الطاقة تمارس ضغطا داخليا يتشابه مع ذلك الضغط الذى نشأ فى البلدان الصناعية منذ ٥٠ عاماً مضت، ولنا أن نتخيل معنى هذا الفارق على المستوى التكنولوجى.

لقد أدى الاستخدام المتزايد لمصادر الطاقة إلى انعكاسات سلبية عديدة، ظهرت فى زيادة معدلات التلوث فى المدن، فاستنشاق الهواء الملوث أكثر خطورة على صحة الإنسان من الأغذية الملوثة، حيث إن الملوثات تنتقل من الهواء المستنشق مباشرة إلى الدم بنسبة ١٠٠٪، على خلاف التلوث الناجم عن تناول الغذاء، والذى لا يصل منه إلى الجسم سوى نسبة معينة، هى التى تمتصها الأمعاء وتنتقل إلى الدم، فضلا عن المواد الضارة العالقة فى الهواء، تزيد من معدلات الإصابة بالحساسية الصدرية والربو، وغيرها من الأمراض، وأيضا الرصاص(١٠١)، الذى يعد من أخطر السموم

التى تنتشر فى الهواء، وبصفة خاصة فى المدن المزدحمة بالسيارات والمصانع، ويتسبب فى تشوه الأجنة وإجهاض الحوامل، والتأثير السلبى على وظائف المخ، مثل التركيز والتناسق العضلي، وارتفاع نسبة التعرض لخطر النوبات القلبية والسكتات الدماغية، التى تنجم عن تجلط الدم فى المخ.

إن تحقيق الاستدامة يتطلب منا دعم تطوير مصادر الطاقة النظيفة، مثل الطاقة الشمسية والرياح والإيثانول وكذلك التكنولوجيات الجديدة مثل الإنتاج الأنظف وخلايا وقود الهيدروجين. علما بأن هذا الدعم سوف يقل عندما تلقى هذه التكنولوجيات رواجا أكبر فى السوق العالمي، وبما يسمح بترويجها على المستوى التجارى، وبقدر مبادرتنا فى تبنى طرح هذه التكنولوجيات على نطاق كبير سيكون حصادنا لفوائدها أشمل وأعم وأسرع، ومن ثم يصبح طرحها فى السوق بأقصى سرعة أمرا ملحا.

على صعيد آخر، أصبح من الطبيعى –على المستوى العالمي– تخصيص ميزانيات تفى باحتياجات البحث العلمى فى مجالات استدامة الطاقة، وأصبح الانتقال من نجاح إلى نجاح عاماً بعد عام شيئا مألوفا عند تقييم تجارب الدول المتقدمة فى مجال الطاقة البديلة، حتى أصبح فى إمكاننا القول بأننا نتجه إلى مستقبل الطاقة البديلة، فظهور تكنولوجيات جديدة سنويا، وارتفاع كفاءة نظمها الحالية، ودخول لاعبين جدد من حين لآخر فى أسواق الطاقة المتجددة، وما تشهده الأسواق من عمليات الاندماج الكبيرة بين العديد من المصانع العالمية العاملة فى مجال الطاقة المتجددة يؤكد أننا نتجه إلى عصر الطـــاقة الجديدة والمتجددة، متعجلين تحرك الجهات ذات الصلة فى الدول النامية، فالحكومات تضطلع بسن القوانين المحفزة على نقل واستخدام وتطوير نظم الطاقة المتجددة والعمل على تنفيذ هذه القوانين التى بدونها لا يستطيع أصحاب المصلحة من مستثمرين صغار أو كبار العمل فى تلك الأسواق.

ولبيان الدور الكبير والمؤثر للدول فى مجال تنمية البحث العلمى ورعايته للتحول من علم معملى يجرى فى المختبر إلى منتج تجارى يتم تسويقه على نطاق كبير، بعد اكتسابه قيماً مضافة، نذكر تجربة الحكومة الألمانية فى رعاية شركات تصنيع المركزات الشمسية، فمنذ عشر سنوات تقدمت العديد من الشركات الصغيرة –فى

الوقت- فى مجالات الطاقة المتجددة بطلبات لتمويل أبحاثها، ونظراً لمحدودية ميزانية الأبحاث يتم إخضاع مقترحات الأبحاث لمعايير قاسية لضمان أهميتها فى تطوير المنتجات ذات الصلة، ووقع الاختيار فى ذلك الوقت على شركة شوت «Schott» التى تعمل فى مجال صناعة الزجاج منذ نحو ١٢٥ عام، حيث قام السيد أوتو شوت فى ذلك الوقت بتثوير علوم وتكنولوجيات صناعة الزجاج، حتى أطلق عليه لقب «مؤسس عصر الزجاج الحديث». لقد كان الهدف من دعم شركة شوت ومساندتها رغبة الشركة فى تصنيع المستقبلات Recivers»» المستخدمة فى المركزات الشمسية «Solar Concentrators»، والآن ظهر مدى صواب القرار الذى اتخذه المسئولون عن تمويل الأبحاث فقد تحولت شركة شوت إلى شركة رائدة على المستوى العالمى فى هذا المجال، ولا عجب إذا ذكرنا أنها تحتل المكانة الأولى فى تصنيع المستقبلات.

إن وضع معايير جادة، ومحددة، وواضحة لاختيار الأبحاث المتقدمة للحصول على تمويل، والتأكد من تحقق القيمة المضافة فى المنتج بما يكسبه مزايا إضافية، تُعلى من قيمته السوقية، وتميزه عن منافسيه، إنما تحقق ما يكفل نهضة الأمم وتقدمها. إن علوم من قبيل الهندسة الحيوية والمعلوماتيه والإليكترونيات تُعلى من القيمة المضافة التى تكتسبها المنتجات الحديثة، وترفع من شأن الأمم. لقد استطاعت دول عديدة كالصين، وكوريا، وماليزيا، وسنغافورة أن تتحول خلال جيل واحد -عشر سنوات- من دول نامية متخلفة إلى دول ناهضة على أقل تقدير.

من هذا المنطلق، يجب على المؤسسات التعليمية أن تضع نظم تعليم تواكب الحاضر، يختلط فيها العلم بمشاكل ومتطلبات الصناعة، أيضا على المنظمات المدنية العمل على رفع الوعى لدى الأفراد والمستهلكين وبيان أن الضغط على زر النور لإطفائه ليس مجرد إجراء بسيط يستدعى ضغطة ببنان طفل، لكنه إجراء يتبعه إجراءات أخرى من قبيل خفض استهلاك الوقود اللازم لتوليد الكهرباء، وتقليل انبعاثات غازات الدفيئة، والعمل على إطالة عمر الأجهزة المستخدمة سواء فى توليد الطاقة أو فى استخدامها، أيضا يستتبع ذلك تباعد فترات الأعطال والصيانة الدورية التى تجرى لهذه الأجهزة، ومنح بعض الراحة لفرق الصيانة والتشغيل لتتمكن -بناء على قسط الراحة- من استكمال أعمالها بجد ونشاط.

إننا فى حاجة لنعلم أن كل عمل بسيط متكرر على نطاق كبير يمكن أن يؤدى إلى أعمال عظيمة يشارك فيها كل الأفراد صغيرهم وكبيرهم على حد سواء واضعين نصب أعيننا أن المرونة فى مواجهة قضايا الطاقة مسألة رئيسية، تسمح لنا أن نواجه هذا التحدى بنجاح لينعكس ذلك فى زيادة عدد المستفيدين من المصادر الحديثة لإنتاج الطاقة، مع إيجاد آليات التكيف بين مفردات الطبيعة والبيئة من جهة ومتطلبات التنمية من جهة أخرى. كما أننا مطالبون بأن نوضح أن زيادة الاعتماد على الطاقة البديلة لن يلغى دور الطاقة التقليدية بين يوم وليلة، بل سيستمر التعاون المشترك بينهما لزمن يطول أو يقصر بحسب جهد كل دولة فى مجال الطاقة النظيفة، لكننى أستطيع أن أؤكد أن الطاقة البديلة سوف تقضم كل عام قطعة من كعكة الطاقة التقليدية، وبقدر فاعلية سياسات الطاقة المستقبلية تتحدد قوة كلا الطرفين، وما يتم قضمه سنوياً.

## كوكب معتل

استنادا إلي الدراسات التي تؤكد أن الانبعاثات الغازية الناتجة عن النشاط البشري في المجالات المختلفة لاستخدام الطاقة (نقل، اتصالات، زراعة، تجارة، .. إلخ) قد أدت إلى احتباس حراري عالمي غير مسبوق اعتلت معه صحة كوكب الأرض توصل علماء المناخ إلى إجماع في الرأي يؤكد على سيناريوهين اثنين: أحدهما يبقي الزيادة الكونية في درجات الحرارة عند مستوى أقل من درجتين مئويتين، والآخر يضعها في مستوي أعلى من درجتين، وبموجب هذين السيناريوهين سوف يكون تأثير تغيّر المناخ من نفس النوع ولكنه سيكون أكثر شدة في درجات الحرارة الأعلى، لتظهر حزمة من المشكلات الخطيرة: مثل ارتفاع مستوي سطح البحر مهددا بغرق بعض المناطق المنخفضة ودلتاوات الأنهار، والتأثير علي الموارد المائية والإنتاج المحصولي بما يهدد الإنسان بشكل مباشر ناهيك عن انخفاض كلٍّ من الثروتين الحيوانية والغذائية، بالإضافة إلي انتشار بعض الأمراض الخطيرة مثل الملاريا، وتتطلب مواجهة هذه التغيرات وغيرها تثبيت هذه الانبعاثات خلال العقد القادم، ثم خفضها بنسبة لا تقل عن ٦٠٪ بحلول منتصف القرن، وهو إجراء غاية في الصعوبة، فاستخدامات الطاقة تنتشر في كل المجالات.

وتأخذ اجتماعات مؤتمر الأطراف «Conference of Parties, COP» بشأن معاهدة الأمم المتحدة لإطار العمل حول تغيّر المناخ والذى يعقد سنويا بالتناوب بين بلدان العالم كان آخرها فى مدينة كانكون المكسيكية فى نوفمبر ٢٠١٠ وحمل الرقم ١٦ تاليا لاجتماعات كوبنهاجن التى عقدت في الفترة من ٧ إلي ١٨ ديسمبر ٢٠٠٩، تأخذ أبعادا سياسية واقتصادية تهدف إلى التوصل لاتفاقية قابلة للتطبيق ترضي حوالي ٢٠٠ دولة معنية بالأمر، وبالتالي فإن أي اتفاق تتمخض عنه هذه الاجتماعات بشأن مكافحة تغير المناخ تنعكس مباشرة علي البشرية لفترات وربما لعقود طويلة قادمة».

وفي حين تتسبب الدول الاقتصادية الكبرى السبع عشرة في نحو ٨٠٪ من انبعاثات غازات الدفيئة فى العالم فإنها تروج أن الدول النامية هي التي ستتسبب في هذه النسبة مستقبليا، لذا تطالب أن تتحمل الدول النامية تبعاتها في آليات مكافحة التغيرات المناخية وأيضا إجراءات التكيف معها مع دعم اتخاذ قرار جماعي لمواجهة هذا التحدي المشترك، وفي هذا الإطار صرح جوردون براون -رئيس وزراء إنجلترا- أثناء مشاركته فى اجتماعات كوبنهاجن محرضا الدول جميعها علي المشاركة بقوله: إذا لم يكن نحن، فمن؟، وإذا لم نتحرك الآن، فمتي؟، وإذا لم نعمل معاً، فكيف؟(١٠٢). ومع تبادل الاتهامات بين الأطراف المتعددة من الجانبين تبدو مؤتمرات الأطراف ذات صبغة وطعم خاصين بالنسبة للدول النامية أكثر منهما للدول المتقدمة.

يمكن تقسيم مواقف الدول من قضايا تغير المناخ وأيضا من طرح أولوياتها نحو الجهود التي يمكن بذلها في هذا المجال إلى خمس مجموعات الأولى مجموعة الـ ٧٧ والصين وتمثل ١٣٠ دولة يرون جميعهم أن الدول المتقدمة عليها أن تتحمل مسئولياتها التاريخية في قضايا تغير المناخ وذلك بأن تخفض الدول الغنية من انبعاثاتها، وهو ما يسمح لاقتصاديات هذه المجموعة بالنمو، إلا أن التباين بين اقتصاديات دول المجموعة يبدو بارزا(١٠٣). الثانية مجموعة الدول الأفريقية وتضم ٥٠ دولة يبدون حساسيتهم الشديدة من آثار تغير المناخ وارتباطها بقضايا الفقر، فمن بين أعضاء هذه المجموعة تتكون مجموعات الدول الجُزرية ، كما أن أقل ٤٩ دولة من حيث النمو الاقتصادي -وبالتالي الأكثر فقرا- تقع في هذه المجموعة،

ويتلخص موقف هذه الدول في مطالبتها لأكثر الدول النامية تقدما مثل الصين والهند والبرازيل بضرورة خفض انبعاثاتها. والمجموعة الثالثة يمثلها الاتحاد الأوربي بدوله الـ٢٧ جبهة تفاوض واحدة، تضم إلي جانبها الدول الصناعية غير الأعضاء في الاتحاد (استراليا، كندا، أيسلندا، اليابان، كازاخستان، نيوزيلندا، النرويج وروسيا وأوكرانيا وأمريكا)، وهي الدول المطالبة بخفض انبعاثاتها طبقا لاتفاق كيوتو، وترى ضرورة إلزام الدول النامية بالمشاركة في الجهود المبذولة. أما الرابعة فهى مجموعة التكامل البيئي وتضم المكسيك، كوريا الجنوبية، وسويسرا بالإضافة إلي إماراتي موناكو وليخشتاين، وتشارك هذه المجموعة في المفاوضات بشكل غير رسمي وبصورة متقطعة. والأخيرة مجموعة الدول الأعضاء بمنظمة أوبك -١٣ دولة- وهي مجموعة لا تفاوض بشكل رسمي، ويتابع أعضاؤها سير المفاوضات، خشية تأثيرها علي حد الطلب علي البترول من جهة.

### تجارة الكربون

بدأ الاستخدام الكثيف للفحم في توليد الطاقة في منتصف القرن التاسع عشر، وأدى التوسع في الصناعات المسببة للتلوث وثورة المواصلات الناتجة عن انتشار المركبات التي تستخدم الوقود الأحفورى، إلى تراكم كميات هائلة من المواد السامة بمعدل يصعب علي الطبيعة أن تتحمله، مما أدي إلي تزايد الاهتمام بالتغيرات المناخية والتي كان من نتائجها مبادرة برنامج الأمم المتحدة الإنمائي مع المنظمة العالمية للأرصاد الجوية بتأسيس الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ عام ١٩٨٨ بغرض إمداد صانعي السياسات بالمعلومات العلمية، وتضمن تقريرها الأول، الصادر عام ١٩٩٠، أن التراكم المتنامي لغازات الدفيئة «Greenhouse Gases» بشرية المنشأ في الجو قد يعزز تأثير الصوب الزجاجية متسببا في المتوسط في دفيئة مضافة لسطح الأرض في القرن الحادي والعشرين، ما لم تتبن إجراءات تحد من الانبعاثات.

وقد أسفرت هذه الجهود عن إصدار الاتفاقية الإطارية للأمم المتحدة المعنية بتغير المناخ تم توقيعها أثناء انعقاد مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالبيئة والتنمية «قمة

الأرض» في ريو دي جانيرو بالبرازيل في يونيو ١٩٩٢، والتي دخلت حيز التنفيذ في مارس ١٩٩٤، وقد أرست هذه الاتفاقية هدفا نهائيا يقضي بتثبيت التركيزات الجوية لغازات الدفيئة عند مستويات آمنة. وتقسم الاتفاقية دول العالم إلي قسمين، دول المرفق الأول وهي الدول الصناعية التي أسهمت تاريخيا في التغير المناخي، ودول غير المرفق الأول، وتضم بالدرجة الأولي الدول النامية.

وقد أنشأت الاتفاقية مؤتمر الأطراف بوصفه هيئتها العليا المسئولة عن مباشرة التقدم نحو هدف الاتفاقية ومراقبته وقد صدر عن مؤتمر الأطراف الثالث والذي عقد بمدينة كيوتو باليابان عام ١٩٩٧ مجموعة من الالتزامات الملزمة قانونيا لعدد ٣٨ دولة صناعية وعدد ١١ دولة من وسط أوربا وشرقها بخفض انبعاثاتها من غازات الدفيئة إلي متوسط تقريبي مقداره ٥,٢٪ مما كانت عليه هذه الانبعاثات عام ١٩٩٠ وذلك خلال فترة الالتزام ٢٠٠٨ حتى ٢٠١٢، ويسمي ذلك بروتوكول كيوتو للاتفاقية الإطارية، وقد دخل البروتوكول حيز التنفيذ بالفعل في ١٦ فبراير ٢٠٠٥.

**الطريق إلي مؤتمرات الأطراف**

تختلف وجهات نظر الدول سواء المتقدمة المُطالبة بمزيد من إجراءات خفض الانبعاثات، وأيضا الدول الناهضة مثل الصين والهند والتي تقاوم جهود الدول المتقدمة من حيث إلزامها بحصص محددة لخفض الانبعاثات. فقد وضعت أمريكا عقبات عديدة في مسار اتفاق كيوتو قبل دخوله حيز التنفيذ، أهمها الامتناع المطلق عن التوقيع تمشياً مع موقف سياسي/اقتصادي للإدارة الجمهورية المدعومة من مجموعات الضغط في قطاعات الصناعة والنفط والغاز، واعتبرت واشنطن أن الالتزامات الواردة في الاتفاق ستؤثر بشكل سلبي في أداء هذه القطاعات، وساندها في هذا الموقف اليابان واستراليا، لكن موقفهما تغير لاحقاً إلى تأييد مشروط، ويُذكر أن الموقف الأمريكي تمثّل في المطالبة بعدم تخفيض الانبعاثات بل تثبيتها عند نسب عام ١٩٩٠، إلى جانب التشكيك في الأساس العلمي لنظرية الاحترار العالمي.

وخلال الأشهر القليلة التي تولي فيها أوباما الرئاسة تم الإعلان عن سلسلة من (النوايا الحسنة) لمواجهة إجراءات تغير المناخ، منها تبني خطة شاملة للطاقة تحت

عنوان «طاقة جديدة لأمريكا» مصحوبة بوعده تقليل الاعتماد علي النفط الأجنبي، وتخصيص نحو ٨٠ مليار دولار للاستثمار في الطاقة النظيفة(١٠٤)، يأتي هذا في الوقت الذي تقترب فيه احتياجات أمريكا من الطاقة الأولية من حاجز ثلث الاحتياجات الكونية، وقد أدي استخدام أمريكا الكثيف لمصادر الطاقة إلي حيازتها لقب ثاني أكبر ملوث للبيئة بعد الصين(١٠٥).

أما الموقف الروسى فيتسم بحساسية إزاء تغير المناخ، مثل ذوبان الجليد والفيضانات التي تهدد الصحة العامة جراء انتشار الأمراض، وقد أعلن وزير الموارد الطبيعية والبيئة في إبريل ٢٠٠٩ أن الخسائر الروسية الحالية من الأحداث التي خلقتها التغيرات المناخية كلفت البلاد ما بين مليار وملياري دولار. من جهة أخرى، تنظر الحكومة الروسية إلى القدرة التنافسية للاقتصاد الروسي في سياق القواعد الجديدة لانبعاثات الكربون والضرائب، والإجراءات التي قد يتم تبنيها دولياً خلال المفاوضات الدولية لتغير المناخ والمتوقع أن تحل محل بروتوكول كيوتو(١٠٦). من هذا المنطلق وضعت روسيا بعض الأهداف غير الملزمة منها الحد من كثافة استعمال الطاقة نسبة إلى الناتج المحلي الإجمالي بمقدار ٤٠٪ بحلول عام ٢٠٢٠ وزيادة حصة مصادر الطاقة المتجددة من ٠,٩ ٪إلى ٤,٥٪ (باستثناء مشروعات الطاقة المائية الكبرى حتى عام ٢٠٢٠).

على الجانب الآخر تنظر ألمانيا نظرة خاصة لقضايا تغير المناخ، فالهاجس الأكبر لديها يتمثل في إمكانية أن تلحق تطورات المناخ الأذى بالاستقرار السياسي في دول أخرى، وذلك من قبيل التسبب في خسائر تجارية، أو دفع بعض قطاعات السكان إلى الهجرة، لذا تعتبر ألمانيا أن تعزيز سياسات المناخ الجيد هو موضوع يصب في مصالحها مباشرة، بالإضافة لكونها إحدى الدول المعرّضة بدرجة عالية لتأثيرات تغير المناخ على طول سواحلها المطلة على بحر الشمال وبحر البلطيق، وإن كانت هذه السواحل غير مأهولة بكثافة. وتعتبر آليات تعزيز كفاءة الطاقة ونشر استخدامات الطاقة المتجددة الطريقة المفضلة لألمانيا لتحقيق مستقبل آمن ومنسجم مع المناخ إلي جانب تحقيق حد مناسب في تأمين إمدادات الطاقة وتفادي التهديدات بقطع أو وقف التزود بالغاز الروسي.

مع تحركها السريع على صعيد الاقتصاد العالمى صعدت الصين إلى موقع الدولة الأكثر إنتاجا لغازات ثانى أكسيد الكربون فى العالم حيث بلغ حجم انبعاثها ٦,٣٢ مليار طن، بنسبة ٢١,٤٪ من كمية الانبعاثات العالمية ومن المقدر أن تصل هذه الانبعاثات في عام ٢٠٣٠ إلي ١١,٧ مليار طن تمثل ٢٩٪ من الانبعاثات العالمية، وقد كثف الضغط العالمى عليها لاتخاذ إجراءات لمواجهة هذا الموقف(١٠٧). وبينما ترى الصين أنها تعد دولة نامية وليس من المطلوب منها أن تخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحرارى لديها لكن ذلك لا يعنى أنها لم تتخذ إجراءات لتخفيض هذة الانبعاثات ففى الواقع، يتوافق السعى لتحقيق تنمية مستدامة فى الصين مع التخفضيات الموصي بها، وقد وضعت الصين خطة فى نوفمبر ٢٠٠٩ لتخفيض الانبعاثات الناتجة لكل وحدة من الناتج المحلى الإجمالى بنسبة ٤٠-٤٥٪ بحلول عام ٢٠٢٠ عما كانت عليه فى عام ٢٠٠٥.

كما أعدت الصين برامج لمجابهة تغير المناخ على المستوى القومي إلي جانب إعدادها خططا لتنفيذ أعمال من شأنها جعل عملية التنمية أكثر انسجاما مع المناخ، فعلى سبيل المثال، تشمل جهود التخفيف من تغير المناخ والتكيف معه التخطيط لتحويل مياه الأحواض بين الأنهار، وإنشاء الأسوار البحرية، والتنمية الحضرية والتوسع في إنتاج الطاقة من المصادر المتجددة.

وتساند الهند قرينتها الصين فى مواجهة ضغوط إلزامهما بتكاليف مجابهة تغير المناخ حيث تروج كل منهما لمقولة أن محاولات إلزامهما بخفض انبعاثاتهما إنما تهدف إلي وأد نموهما الاقتصادي، لذا فقد وقعت الدولتان في أكتوبر ٢٠٠٩ علي اتفاقية للتنسيق فيما بينهما بشأن مكافحة تغير المناخ(١٠٨).

إذا نحن أمام جو عام يسوده الترقب والاتهامات المتبادلة بين الدول المتقدمة والنامية تسعى فيه الأولى إلى إلزام الثانية بالمشاركة في تمويل تكاليف تخفيض الانبعاثات وأيضا جهود التكيف مع التغيرات المناخية، بالدعوة إلي تيسير دخول القطاع الخاص في مشروعات الطاقة المتجددة وإنشاء أسواق جديدة لتجارة الانبعاثات، علما بأن الجانب الأكبر من التزامات التمويل يقع علي عاتق الدول الصناعية(١٠٩)، كما تحاول الدول المتقدمة تفتيت تماسك الدول النامية من خلال

تنظيم أكبر عدد من الفاعليات علي المستوي الوزاري أو الأعلي منه مع الدول النامية لمحاولة الخروج بمواقف تساندها، إلا أنه مع إدراك الدول النامية لهذه التوجهات لم تحظ الدول الصناعية بالمساندة المطلوبة.

علي الجانب الآخر يبدو موقف الدول النامية متماسكاً حتى الآن فهي تؤكد علي ضرورة وفاء الدول المتقدمة بالتزاماتها في توفير تمويل فارق تقليل الانبعاثات وكذلك تكلفة التكيف مع آثار تغير المناخ، كما تعلن الدول النامية ترحيبها بمشاركة القطاع الخاص شريطة أن يكون دوره مكملا للتمويل الرسمي الواقع علي كاهل الدول الصناعية.

وبالتالي فإن نجاح قمم مؤتمرات الأطراف يرتبط بتحقق حزمة معايير أولها أن تبذل كل دولة قصارى جهدها لتخفيض الانبعاثات من جميع المصادر الرئيسية، متضمنة تلك الناجمة عن النقل البحرى والطيران وإزالة الغابات والتي تعمل كفلاتر كونية لتخزين الكربون، وعلى الدول المتقدمة تعزيز المستويات المستهدفة لتخفيف الانبعاثات. الشئ الثانى أن أى اتفاق ناجح ينبغى أن يعزز قدرة العالم على مواجهة المناخ الذى يشهد تغيرا فعليا مثل تقديم الدعم الشامل لأولئك الذين يتحملون أقسى التأثيرات المناخية. أمر آخر يتلخص فى حاجة الاتفاقيات إلي المال لدعمها، فالدول النامية تحتاج إلى التمويل والتكنولوجيا حتى تستطيع الانتقال بسرعة إلى النمو الصديق للبيئة، ولا يمكن أن تتحقق هذه الحلول من دون توفير التمويل. وأخيرا يضمن توزيع الالتزامات العالمية بشكل عادل بناء الثقة، مع توفير الحرية للبلدان فى كيفية توزيع وإدارة الموارد وإدارتها.

واعتمادا علي موافقة الدول المتقدمة خفض انبعاثاتها بنسبة ٨٠٪ حتى عام ٢٠٥٠ لتقليص درجة ارتفاع حرارة الأرض لما لا يزيد عن درجتين مئويتين، أي تثبيت تركيز ثاني أكسيد الكربون عند ٣٥٠ جزء في المليون، بينما تطالب الدول الأقل نموا والدول الجزرية بنسب تصل إلي ٩٥٪ حتى لا يتجاوز الارتفاع في درجات الحرارة درجة ونصف الدرجة، على هذا الأساس تنحو المسارات المستقبلية إلى إصدار ملحق لبروتوكول كيوتو كضرورة لضمان عمل كافة الأطراف ضمن إطار واحد.

ومع أن النتائج التي توصلت إليها القمم حتى الآن -أغسطس ٢٠١١- مخيبة

للآمال إلا أن الجهود التي تبذل من جانب نشطاء الحركات البيئية سواء علي مستوي الأفراد أو الجماعات تؤكد أن الشأن البيئي أصبح ذا أولوية قصوي، وإذا كان من المقرر عقد جولات مفاوضات خلال الأعوام القادمة فمن المؤكد أنها سوف تساعد علي الوصول إلي اتفاق يفتح الطريق إلى تعزيز التنمية المستدامة من خلال نقل العالم إلى اقتصاد ينفث كربونا أقل. ولا يخفي علي أحد أن مثل هذا الأمر يحتاج إلى جهود مشتركة متضافرة، تجمع الاقتصادات الرئيسية، المتطورة منها والنامية شريطة اتخاذ إجراءات قوية وشفافة لخفض انبعاثات الكربون، وبالطبع، فإن مستوي الإجراءات سوف يختلف بطبيعة البلدان تماما كما ستختلف أدوات المعالجة من دولة لأخري، فالعلاقة المتوترة بين الدول الغنية والفقيرة، بين دول تبحث عن التقدم والترف وبؤساء تتهددهم نتائج التقدم بالغرق وتآكل المحاصيل والأمراض الفتاكة، إلي حد استعطاف الدول البائسة للغنية بالموافقة علي خفض هدفها من درجة الحرارة «نصف درجة»، وللإنسان أن يتصور مصير شعوب وأمم وحضارات يتعلق بنصف درجة مئوية!!!.

**تسعير الكربون**

حدّد برتوكول كيوتو وسائل وآليات يمكنها مساعدة الدول المتقدمة علي خفض انبعاثاتها دون أن يتأثر نموها الاقتصادي والصناعي، وتعد آلية تجارة الانبعاثات «Emission Trading, ET» أول هذه الوسائل حيث تسمح بتبادل الانبعاثات بين الدول الصناعية من خلال «شراء» الدول والشركات التي تتجاوز انبعاثاتها الحدود القصوى المسموح بها حصصاً من الدول التي لم تصل بعد إلى المستوى الأقصى. ثاني هذه الآليات آلية التنمية النظيفة «Clean Development Mechanism, CDM»، وتسمح بشراء الدول المتقدمة لشهادات خفض الانبعاثات من مشروعات طاقة بديلة أو مشروعات لتحسين كفاءة الطاقة تم إقامتها بالدول النامية، والآلية الأخيرة هي التنفيذ المشترك «Joint Implementation, JI» والتي تتيح للدول أن تطالب باعتماد شهادة لخفض الانبعاثات الناشئة عن استثمار يتحقق في دول صناعية أخري(١١٠).

من ثم أصبحت تجارة الكربون وتبادل الحصص سوقا رائجة بعد تطوير العديد من مشروعات آلية التنمية النظيفة. منذ عامين بلغت كمية الكربون التي تم الاتجار

بها في سوق الكربون العالمي ١٢٣ مليون طن وبقيمة مالية بلغت ١٢٠ مليار دولار وهي تمثل ضعف قيمة السوق عام ٢٠٠٧ والتي بلغت ٦٤ مليار دولار، أما في الربع الأول من عام ٢٠٠٩ –وبالرغم من الأزمة الاقتصادية العالمية– فقد بلغت قيمة تبادلات السوق ٢٨ مليار دولار مما قد يشير إلى ثبات القيمة في نهاية العام الحالي إذا استمرت الأمور علي نفس الوتيرة، في نفس الاتجاة تقدر الوكالة الدولية للطاقة الحاجة إلي نحو ١٠ مليار دولار لتشجيع الاستثمار في تكنولوجيات إنتاج الطاقة منخفضة الكربون(١١١).

يعد تحريك سعر طن ثانى أكسيد الكربون إلى مستويات مرتفعة تضمن تحقيق أرباح للمستثمرين فى التكنولوجيات الخضراء أحد التحركات الاستراتيجية التى ينتظر أن تنقل مشروعات الطاقة النظيفة إلى مستوى مقبول تجاريا مصحوبا بالضغط المالى على التقنيات الملوثة للبيئة. ويعتمد هذا التكتيك على أن إنشاء مشروعات طاقة نظيفة يؤدى إلى منع انبعاث قدر من غازات الصوبة الزجاجية كان لها أن تَصدر حال استخدام الوقود الإحفورى للحصول على نفس القدر من الطاقة سواء أنشئ المشروع فى دولة متقدمة أو نامية.

يتسع مفهوم التكنولوجيات المنخفضة انبعاثات الكربون بداية من برامج ترشيد الطاقة وتحويل الوقود من كثيف الكربون إلى منخفض الكربون، وأيضا مشروعات الطاقة المتجددة والتى تعرف بالطاقة الخضراء، ونظرا لارتفاع تكلفة الإنتاج لبعض التقنيات الخضراء فى الوقت الراهن، يعول بعض الاقتصاديين على سعر بيع الانبعاثات المتجنبة كمدخل لتحسين عائدات الاستثمار فى الطاقات النظيفة، ولكن السؤال الهام يتبلور فى معرفة مدى قدرة السوق على استيعاب سعر للكربون؟ هل يمكن رفع السعر حتى تحقق تلك التكنولوجيات تنافسية مع نظيرتها منخفضة التكاليف، من المؤكد أن آليات السوق لن تسمح بذلك.

وهناك دراسة نشرتها مجلة Europe´s World خريف ٢٠١٠ تجيب عن هذا السؤال مفترضة وجود منظومة لإنتاج الكهرباء فى بلد ما تعتمد على الفحم والمازوت بشكل رئيسى مع مصادر أخرى نظيفة لا تزيد عن ١٠٪، وبالتالى نحصل على قيمة

مرتفعة لانبعاثات ثانى أكسيد الكربون، وبفرض بيع الطن منه بمبلغ ٤٠ يورو وهى قيمة باهظة، نجد أن تكلفة الإنتاج للتكنولوجيات الخضراء ذات التكلفة المرتفعة (الخلايا الفوتوفلطية، المركزات الشمسية، الكتلة الإحيائية، وطاقة باطن الأرض) ستنخفض بنسب تتراوح من ٤٪ إلى ٨٪، وهو ما يعنى أن هذا السعر الباهظ للكربون لن يجدى فى تقديم منتج تجارى ذى سعر تنافسى، ومن ثم يصبح على مطورى أنظمة الطاقة المتجددة البحث عن وسائل أخرى مثل فتح أسواق أكبر وتدبير تمويلات ميسرة، إضافة لوضع خطط قومية لتنمية أبحاث الطاقات الخضراء بما يؤدى لخفض الأسعار بعيدا عن بيع الانبعاثات المتجنبة(١١٢).

أيضا على الدول التى تمتلك موارد طبيعية من إشعاع شمسى أو سرعات رياح أن تنظر لها كرأس مال فى صور مختلفة قادر أن يزودهم بكل ما يحتاجون إليه. نذكر ذلك مدركين صعوبة تقييم أصول الطبيعة والتعامل معها كأصول ذات قيم سوقية مختلفة. فهل يستطيع أحد تقييم قيمة الأكسجين الذى تنتجه الأشجار محتبسة فى أوراقها ثانى أكسيد الكربون لتمنع الاحترار الكونى، ومن أخشابها نصنع الأثاث ونستخدمها فى المبانى، وإذا فرضنا اتفاقنا على قيمة سوقية لهذا المنتج الحيوى فهل عسانا نتفق على قيمة أشعة الشمس التى بدونها ما كان للأشجار أن تنمو ولا للأخشاب أن تباع وتشترى ولا لأوراقها أن تساهم فى التوازن البيئى، ولا للرياح التى حملت حبوب اللقاح فتنبت الأشجار والأزهار وتمطر السحب!!.

أتصور أننا نتفق اللآن على صعوبة تحديد قيمة لمصدر طبيعى وأن الأفضل لنا أن نتعامل مع عطاء الطبيعة بشعار «لا يقدر بثمن»، من هنا تصبح حزم الإجراءات التى تعطى المصدر الطبيعى قيمة مضافة ذات أهمية فى صياغة استراتيجيات خضراء تبنى على ما يمكن أن نتعلمه من الطبيعة لا ما يمكن أن ننتزعه منها.

من ثم، سوف ننظر إلى أوراق النبات الخضراء ونحاكيها بصنع خلايا شمسية تحول الضوء إلى طاقة، وسنحاكى النمل فى صنع بيوت ذات تهوية جيدة تتحمل درجات الحرارة صيفا وشتاء ولا تحتاج إلى نظم تكييف، وسنصنع مواداً وأنسجة لها خصائص سطح نبات اللوتس فتنظف نفسها ذاتيا، وسنقلص اعتمادنا على التكنولوجيا التى تحيا على الطاقة.

# القسم الثانى: المشهد المستقبلى للطاقة

## الفصل السادس

### مدخل لطاقة المستقبل

ما شكل طاقة المستقبل؟ وما صورها؟ وأى أنواع من الطاقة نستخدمه الآن سوف يظل معنا لسنوات؟، وأيها لعقود؟، وما تلك الآفاق التى ستسمح لنا تلك الطاقات بأن نجوبها؟، وهل سنتمكن من الحصول على خدمات أفضل مقارنة بما نحصل عليه اليوم؟ وما الطاقة التى يمكن أن تصبح مجرد تاريخ نرويه لأحفادنا فى العقود القادمة؟، هل يمكن أن يصبح البترول مجرد ذكرى؟ هل تصبح محطات توليد الكهرباء باستخدام التوربينات البخارية والغازية والدورة المركبة مجرد مزارات سياحية يندهش من رؤيتها وعملقتها أحفادنا؟ كل هذه الأسئلة تترى فى ذهن الباحث والسائل عن طبيعة طاقة المستقبل، فهل من الممكن أن تتبدل الطاقة غير الطاقة؟!!.

أدى تطور مصادر الطاقة إلى تكوين قناعة عامة بأن العلم والتكنولوجيا لابد وأن يجدا مصادر جديدة للطاقة، وأنهما لن يعدما وسيلة لتقديم حل للأزمات التى يواجهها الإنسان، وهناك العديد من البدائل التى تطرح نفسها على الساحة عند الحديث عن مصادر الطاقة فى المستقبل، وطبقا لشروط الاعتماد المستدام على مصدر فاعل للطاقة، نبحث عن إجابات لأسئلة من قبيل: ما مدى إتاحة التكنولوجيا المقترحة؟، وهل هذه التكنولوجيا قابلة للاستيعاب والتشغيل والصيانة بأيدى الكوادر البشرية المحلية فى الدول المختلفة؟ ثم، ما موقف الجدوى الاقتصادية؟. إن إجابة مثل هذه الأسئلة تحدد أياً من التكنولوجيات المقترحة سوف يكتب لها الاستمرار وأيها سوف يختفى.

أيضا تدفعنا رغباتنا فى الخصوصية إلى البحث عن مصادر طاقة توفر لنا هذه المشاعر، تعطينا حرية تشغيل الأجهزة الشخصية المتعددة إحساسا بالخصوصية

والتميز، فالسيارة الخاصة، والمنزل الخاص، والحاسب الشخصى، والهاتف المحمول الذى تخطت إمكانياته نطاق الاتصال ليتحول إلى وسيلة إعلام مرئى نشاهد من خلاله البرامج والمسلسلات بثاً مباشراً ومسجلاً، ونحوله إلى حاسب شخصى، وهيئة بريد نراسل من خلالها من نريد وقتما نريد، وسكرتارية تنظم الوقت بغية الاستفادة القصوى من يوم لا تتخطى عقاربه حاجز الأربع وعشرين ساعة، ومركزا للألعاب والتسلية تقفز خارج حدود المكان والزمان، فهل كان هناك من يتخيل بعضا من هذه الوظائف للتليفون الذى ابتكره جراهام بل فى ١٠ مارس ١٨٧٦ !!.

نحصل فى الوقت الراهن على الطاقة التى تغذى منازلنا ومصانعنا ومستشفياتنا من محطات الكهرباء العملاقة، التى تنتشر فى أرجاء المعمورة بمداخنها ملوثة البيئة من حولنا، وبعطش دائم للوقود الذى يشعل حرائق الحروب، فهل ستظل رغبتنا فى التقدم والحصول على مصادر طاقة ترتبط بإشعال الصراعات، وهل ستقترن صورة

بئر البترول بالنار والبارود ، أم سنتحول إلى مصادر تجنبنا -على الأقل- بعضا من هذه المشاق، أما آن الآوان لاستخدام مصادر مستقبلية تقلل من واردات الدول المستوردة للنفط !!.

أيضا، يتطلب إنشاء محطات توليد عملاقة أن تقوم الدول بتوفير تمويلات هائلة، إلى جانب إقامة محطات محولات، وأبراج لنقل الكهرباء وكل هذه التكاليف تثقل كاهل الدول، وتلجئها إلى الاقتراض، فهل يمكن تقليصها من خلال استخدام منظومات إنتاج طاقة تعمل بشكل مستقل، ويقوم الأفراد بتمويلها والإنفاق عليها.

على نحو آخر، يسود العالم الآن إجماع حول خطورة تغير المناخ، وأن ممارسة إنتاج الطاقة بنفس الطريقة التقليدية لم يعد خيارا مقبولا كما كان من قبل، وعلى الأفراد أن يعلموا أن العالم سيتغير خلال العشرين عاما القادمة، كما سيكون للثورة الخضراء القادمة أثر كبير على الاقتصاد والحياة اليومية مثلما كان للإنترنت من آثار، فالتحول للاقتصاد الأخضر سيغير كافة مناحى الحياة.

إن التحول للاقتصاد الأخضر لابد وأن يمر من طريق طاقة المستقبل، فالطاقة هى المسار الطبيعى للوصول إلى اقتصاد صديق للبيئة مستدام، وسيكون لهذا التحول فوائد اقتصادية وبيئية واجتماعية، كما أنه سيساعد فى تحسين تنافسية القطاع الصناعى فتحول الدول للاقتصاد الأخضر سيتولد عنه مجموعة من الفوائد المتعددة والمترابطة، والتى تعمل بدورها على تعزيز تنافسية الاقتصاد. إن مقاطعة بادن فيرتمبرج بألمانيا ظلت منذ إنشاء ألمانيا الحديثة، أى منذ حوالى الستين عاماً، يسيطر على مجلس وزرائها وممثليها فى البرلمان الألمانى، البوندستاج، الحزب الديمقراطى المسيحى «CDU» الذى تنتمى إليه المستشارة السيدة آنجيلا ميركل وهو المؤيد بشدة لإطالة أمد استخدام الطاقة النووية في ألمانيا، حتى جرت انتخابات مارس ٢٠١١ حيث فاز حزب الخضر والديمقراطيون الاشتراكيون بما مجموعه ٤٨,٥٪ من الأصوات في انتخابات لعبت فيها كارثة اليابان النووية دورا رئيسيا، وبحصول الخضر على ٢٥٪ من إجمالى الأصوات ودخوله فى ائتلاف مع الحزب الاشتراكى

شغل منصب رئيس الوزراء رجل أخضر. إن تنامى الاهتمام بالبيئة والطاقة النظيفة فى ألمانيا أتاحا لحزب الخضر الحصول على نسبة ١٠٪ من إجمالى أعضاء البرلمان الألمانى ١٠٪.

إن ارتفاع أسعار الوقود الأحفورى بالنسبة للمستهلك والناتجة عن دفع الأسعار للأعلى من قبل الأسواق الدولية وزيادة غرامات الكربون، بالإضافة إلى السياسات التى تشجع التوفير فى الطاقة والتحول لاستخدام مصادر الطاقة منخفضة الكربون، كل هذه عوامل تساعد على كبح زيادة الطلب على أنواع الوقود الأحفورى الثلاثة، وتوليد الطاقة كما تبرز الفرص لاستبدال منتجات النفط بأنواع وقود أخرى فى قطاع النقل.

أيضا، ما تولد لدى الرأى العام فى كثير من بلدان العالم باستبعاد الخيار النووى بعد وقوع حادثة فوكوشيما اليابانية، حيث أعلنت ألمانيا، التى تنتج نحو ربع احتياجاتها من الكهرباء من الطاقة النووية، عن اعتماد خطة لإغلاق كافة محطاتها النووية بحلول عام ٢٠٢٢، لتبقى خياراتها محدودة فى ثلاث نقاط، الأولى استيراد بعض احتياجاتها من الكهرباء من فرنسا، التى تعتمد بشكل رئيسى على الطاقة النووية فى إنتاج حوالى ٨٠٪ من احتياجاتها من الكهرباء، وهو خيار لن يقبله الشعب الألمانى الذى ينادى بإغلاق المحطات النووية، ومن ثم لن يقبل باستيراد كهرباء يرفض مصدرها. والاختيار الثانى هو استيراد بعض الكهرباء من بولندا التى تعتمد تقريبا على الفحم فى إنتاج ماتحتاجه من كهرباء، وإذا كان حزب الخضر وأنصاره يرفضون الطاقة النووية خشية آثارها البيئية، فإنهم أشد رفضا للفحم فى كافة صوره. من ثم يتبقى الملاذ الأخير لألمانيا فى الاعتماد على الطاقة المتجددة، أو الطاقة الخضراء، التى تزيد نسبة مشاركتها فى ألمانيا عاما بعد عام.

تستطيع التكنولوجيا الجديدة لإنتاج الطاقة رفع تنافسية الاقتصاد الوطنى، وتحقيق المعايير البيئية المطلوبة بالإضافة إلى جذب الاستثمارات الأجنبية للأسواق الناشئة، وتشجيع الصناعات التكنولوجية من وجهة نظر أن الاستدامة والسلامة

البيئية لا ينظر لهما على أنهما عبء اقتصادى، يدعم ذلك فهم وإدراك متزايد بأن التطورات التى تجرى فى هذا المجال صديقة للبيئة، أكثر إنتاجا لطاقة يعتمد عليها فى حماية الصحة العامة، وأن مفاهيم الاستدامة هى الأكثر ارتباطا بالابتكار. إن الصناعات المرتبطة بالتحول لاقتصاد نظيف ستؤدى إلى توفير فرص عمل أكثر جاذبية، وذات مردود إيجابى فالاتجاه إلى طاقة أقل إنتاجا للكربون سوف يسهم بشكل فريد ومتميز فى تقليل تكلفة الإنفاق على الصحة العامة، والسلامة البدنية.

إن الأساس الذى تقوم عليه طاقة المستقبل يعتمد على التوسع التدريجى فى نشر تكنولوجياتها، وليس الإغلاق الفورى للمحطات التقليدية وإحلال التقنيات المستقبلية بدلا منها، أى أننا نتحدث عن إحلال مرحلى تبدأ فيه التقنيات المستقبلية لإنتاج الطاقة فى دخول السوق رويدا رويدا، يستخدمها الناس على حذر، ثم يثقون فيها، فيعتادونها، ويروجون هم أنفسهم لها.

### النمو المستقبلى للطلب على الطاقة

تشير التوقعات المستقبلية إلى زيادة الطلب على استهلاك الطاقة بـ ٤٩٪ فى عام ٢٠٣٥ عما كانت عليه فى عام ٢٠٠٧، يستهلك منها نحو ٨٦٪ فى الدول الناهضة والنامية، وتستحوذ دول منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية الأربع والثلاثون على ١٤٪ فى ذلك الوقت. ويختلف موقف كل نوع من أنواع الوقود طبقا لعوامل مختلفة منها انتشار المعدات التى تستخدمه، ومدى توافر عناصره فى الطبيعة، وقابلية الأفراد لاستخدامه، ووجود سياسات داعمه لنشره، ففى ظل غياب السياسات الوطنية وتعليق الاتفاقيات الدولية التى يمكن أن تخفض غازات الصوبة الزجاجية، ينمو استهلاك الفحم بمعدل سنوى ١,٦٪ الذى تعد آسيا أحد أكبر مراكز استهلاكه عالميا وذلك بحوالى ٩٥٪ من الإنتاج العالمى، كما ينتظر أن يستمر اعتماد قطاع الكهرباء الصينى على الفحم بشكل رئيسي.

### الوقود السائل

يظل الوقود السائل هو المصدر الأكبر والأكثر قبولا وتداولا للطاقة على المستوى العالمى، حيث يستخدم فى وسائل النقل والقطاع الصناعى بكثافة، ويشمل الوقود

السائل البترول الخام ومشتقاته والأنواع الأخرى مثل الإيثانول، والديزل الحيوى، ونواتج عمليات تحويل كل من الفحم والغاز إلى سائل، كما يشمل الغاز المسال، والهيدروجين المسال، وقد بلغ الاستخدام العالمى من هذه السوائل ٨٦,١ مليون برميل يوميا ينتظر أن تصل إلى ٩٢ مليوناً فى عام ٢٠٢٠، ثم ١٠٤ مليون فى عام ٢٠٣٠، وبشكل عام يأخذ استهلاك الوقود السائل فى القطاع المنزلى معدل نمو ثابتاً، مع زيادته باضطراد فى القطاع الصناعى، وعلى النقيض ينخفض استهلاكه فى محطات توليد الكهرباء.

ولمواجهة هذه الزيادة فى الطلب على الطاقة، فإنه يلزم زيادة الكميات المتاحة من الوقود السائل بنحو ٢٦ مليون برميل يوميا، مما يستدعى زيادة إنتاج أوبك –على الأقل– ٤٠٪ من إجمالى الإنتاج العالمى لسوائل الوقود، يأتى هذا فى الوقت الذى تساهم فيه أوبك بنحو ١٢ مليون برميل يوميا من الإجمالى العالمى.

وعلى سبيل المثال تضم المصادر غير التقليدية للوقود الرمل الزيتى، والزيت الثقيل، والوقود الحيوى وغيرها من المصادر، وينمو الطلب عليها بمعدل متوسط حوالى ٤,٩٪ سنويا، وتسمح الأسعار المرتفعة للبترول بتنمية هذه الأنواع من الوقود وأن تصبح اقتصادية ومنافسة للمصادر الأخرى من حيث الاستخدام، وقد بلغ الإنتاج العالمى من المصادر غير التقليدية ٣,٤ مليون برميل يوميا فى عام ٢٠٠٧، ينتظر أن ترتفع إلى ١٢,٩ مليون برميل يوميا فى عام ٢٠٣٥، لتمثل فى ذلك الوقت ١٢٪ من إمدادات الوقود السائل عالميا(١١٣).

**الغاز الطبيعى**

يتوقع زيادة الاستهلاك العالمى من الغاز الطبيعى بحوالى ٤٤٪ بحلول عام ٢٠٣٥ ليصل إلى ١٥٦ ترليون قدم مكعب عما كان عليه فى عام ٢٠٠٧ حيث سجل استهلاك الغاز ١٠٨ ترليون قدم مكعب، الجدير بالذكر أن الاستهلاك العالمى للغاز انخفض بمقدار ١,١٪ فى عام ٢٠٠٩، فى حين انخفض بحدة فى القطاع الصناعى بحوالى ٦٪ متأثرا بتراجع الطلب على البضائع كرد فعل مباشر للركود العالمى، ويستهلك القطاع الصناعى حاليا النسبة الأعلى من الغاز الطبيعى مقارنة بالقطاعات

الأخرى، وينتظر أن يستمر ارتفاع استهلاك القطاع الصناعى حتى عام ٢٠٣٥ وذلك باستحواذه على ٣٩٪، يليه توليد الطاقة الكهربائية بحوالى ٣٣٪ وهى نسبة لا تختلف كثيرا عما هى عليه الآن.

ويتعافى الاقتصاد العالمى ينمو الطلب على الغاز الطبيعى، وإن ظلت أسعاره منخفضة إلى حد ما، ومع استمرار إمداداته من دول الشرق الأوسط، تليها الدول الآسيوية غير الأعضاء فى منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية بحوالى ١٦ و ١٠ ترليون قدم مكعب، على الترتيب، أيضا، يتوقع ارتفاع تجارة نقل الغاز المسال سواء عبر خطوط الأنابيب أو الناقلات.

**الكهرباء**

أنتج العالم حوالى ١٨,٨ ترليون كيلوات ساعة فى عام ٢٠٠٧، يتوقع أن تقفز إلى ٢٥ ترليون فى عام ٢٠٢٠، وإلى ٣٥,٢ ترليون فى عام ٢٠٣٥، وقد أبطأ الركود الاقتصادى من نمو الطلب على الكهرباء فى عامى ٢٠٠٨ و ٢٠٠٩، إلا أن محاولات الأسواق الخروج من حالة الركود قادت إلى زيادة عالمية فى الطلب على الطاقة عامة والكهربية منها خاصة خلال الفترة من ٢٠٠٣ حتى ٢٠٠٨ مصحوبة بالاهتمامات البيئية وخفض انبعاثات غازات الصوبة الزجاجية، نتج عنها الاهتمام بالمصادر المتجددة والطاقة النووية، وكنتيجة لذلك فإن التوقعات المستقبلية ينتظر أن تكون فى صالح المصادر النظيفة لإنتاج طاقة كهربائية تفى بجانب كبير من الطلب عليها.

وبأخذ الطاقة المائية فى الاعتبار ترتفع مشاركة المصادر المتجددة فى إنتاج حوالى ١٨٪ من الكهرباء فى العالم وينتظر أن تنمو المصادر المتجددة من الرياح والشمس بمعدلات تفوق مثيلاتها خلال السنوات الماضية. على نحو آخر، ارتفعت مساهمة الطاقة النووية فى توليد الكهرباء إلى ٢,٦ ترليون كيلوات ساعة فى عام ٢٠٠٧، وتشير التوقعات إلى احتمال زيادتها إلى ٣,٦ ترليون فى عام ٢٠٢٠، وإلى ٤,٥ ترليون فى عام ٢٠٣٥، ويدعم هذا التوجه استمرار ارتفاع أسعار الوقود الأحفورى متأثرة بانخفاض الإنتاج وقلة المعروض من البترول الخفيف، وإن كانت هناك مخاوف أن تؤثر الكوارث الطبيعية الأخيرة التى وقعت باليابان فى عام ٢٠١١ على السوق

المستقبلى للطاقة النووية، ويرى المراقبون أن هذه الأحداث جعلت العديد من الدول تراجع حساباتها بشكل جاد حول مشاريعها وبرامجها النووية، وفى نفس الوقت وجدت المنظمات والجمعيات صديقة البيئة فرصتها لتصعيد حملتها ضد الطاقة النووية، ففى كوريا وتايلاند تمضى المسيرات الداعية إلى غلق المحطات النووية وعدم إنشاء محطات جديدة.

فعلى المستوى العالمى تجذب الطاقة النووية اهتمام العديد من الدول رغبة فى تنويع مصادر إنتاج الطاقة وتجنب مخاطر توقف امدادات الطاقة المستوردة المنقولة عبر خطوط الأنابيب والناقلات، إلى جانب إنتاج الطاقة من مصدر منخفض الكربون مقارنة بالوقود الأحفورى، أما الأمور التى يمكن أن تبطئ من نمو الطاقة النووية مستقبليا فتتمثل فى التشغيل الآمن للمحطات، والتخلص الصحى من المخلفات المشعة، وقد أصبحت مثل هذه الموضوعات تثير اهتمام العديد من الأفراد والجماعات المدنية فى كافة الدول، بل وتستقطب أصوات الناخبين كما رأينا فى ألمانيا.

## قطاعات استهلاك الطاقة

يستهلك القطاع الصناعى ٥٠٪ من الطاقة المنتجة عالميا، ويشمل ذلك المصانع المختلفة، وعمليات التعدين، والإنشاءات، إلى جانب العديد من عمليات التجميع، والتكييف، والإضاءة، فى حين ينفث ما يزيد عن خمس الانبعاثات الكونية من غاز ثانى أكسيد الكربون، وتشارك المصادر المتجددة حاليا فى إمداد القطاع بحوالى ١,٨٪ سنويا، ترتفع فى عام ٢٠٣٥ إلى ٨٪ من إجمالى احتياجاته من الطاقة، هذا وتعد الكتلة الحيوية أحد المصادر الرئيسية المتوقع مشاركتها بقوة فى إمداد القطاع بالطاقة خلال العقود القادمة.

يأتى قطاع النقل فى المرتبة الثانية من الاستهلاك العالمى للطاقة بعد القطاع الصناعى باستهلاك ٣٠٪ من الطاقة العالمية، ويقصد بالطاقة المستهلكة فى النقل، تلك الطاقة المستخدمة فى نقل الأفراد والبضائع، عبر السكك الحديدية، والطائرات، والوسائل البحرية كالسفن والبواخر، وخطوط الأنابيب، ويعد الوقود السائل المصدر الرئيسى للقطاع ممثلا حوالى ٦٠٪، كما يعزى ارتفاع أسعار البترول فى عام ٢٠٠٨

إلى زيادة استهلاك قطاع النقل لمصادر الطاقة، إلا أن الركود الاقتصادى فى الفترة من أواخر ٢٠٠٨ حتى ٢٠٠٩ ساهم فى تقليل الطلب على إمدادات القطاع، ومع معاودة تزايد معدلات سفر الأفراد واستمرارها ونقل البضائع فى الدول الناهضة ينتظر زيادة استهلاك القطاع للطاقة خلال السنوات القليلة القادمة.

ويحتل القطاعان السكنى والتجارى المرتبة الثالثة فى استهلاك الطاقة عالميا، ويشمل القطاعان استهلاكات الطاقة فى المنازل والمحال التجارية، ويختلف استهلاك هذه الوحدات طبقا لمستوى الدخل، وإتاحة الموارد الطبيعية والمناخ، والبنية التحتية، ويتوقع استمرار زيادة الطلب على الطاقة بالقطاع السكنى بمعدل متوسط ١,١٪ سنويا حتى عام ٢٠٣٠. إن الحاجة إلى الطاقة تزيد بزيادة الخدمات (الصحية، والتعليمية، والمالية، والحكومية) التى تتأثر بدورها بالنمو السكانى.

**بنية اقتصاد الطاقة**

تتزايد المخاوف بإمكانية قيام اقتصاد عالمى جديد تتحالف فيه دول العالم الثالث الغنية بمصادر الثروة الطبيعية لتؤلف فيما بينها قوة تفرض أسعارا مرتفعة لسلعها، وبهذا تستأثر لنفسها بفائض القيمة المتاح من عملية الإنتاج مما يمكنها من رفع مستويات الدخل بها وخفض معدلات رخاء الأمم الغنية.

إن التباين المتزايد فى مجال الرفاهية المادية ارتكازا على الاستهلاك، ليس فقط بين الأمم الغنية والفقيرة، بل وبين الأمم الغنية ذاتها، دون اهتمام بالشأن البيئى تتهدد معه الكثير من مصادر الثروة الطبيعية بالنفاد(١١٤)، مما ضاعف الحملات المضادة لتلك الأنماط الاستهلاكية مع التشكيك فى جدوى نظم الرفاهية الحالية، فهل من حق الأمم الغنية استهلاك هذا القدر الهائل من مصادر الثروة الطبيعية النادرة، أو غير القابلة للتجدد، وبأسعار منخفضة غير مجزية؟!.

من أجل ذلك أعد مركز دراسات أبحاث الفضاء الألمانى DLR دراسة حول إمكانية إقامة شراكة بين دول شمال البحر المتوسط «الدول الأوربية» وجنوبه «شمال إفريقيا» اعتمادا على ثروات الطاقة المتجددة المتاحة فى شمال إفريقيا، والاستفادة منها فى إنتاج كهرباء نظيفة، مع حاجة هذه المصادر إلى تكنولوجيات تحولها إلى

منتج رئيسى يعود بالإيجاب على الاقتصاد الوطنى فى تلك الدول، أما الشمال فيمكنه فى مقابل ذلك -بما لديه من علم ومعرفة- دعم الاستثمار المطلوب وإظهار مسئوليته فى نفس الوقت تجاه الاستفادة من هذه الطاقة لأغراض الاستدامة، إلى جانب تحقيق الأهداف الوطنية والقومية.

إن إجراء مزج متوازن لمصادر الطاقة المتجددة التى يدعمها الوقود الأحفورى حتى فترة زمنية تصل إلى العشرين عاماً يمكنه توفير كهرباء مستدامة بتكلفة مناسبة وآمنة فنيا، مع ضرورة وجود بنية تحتية تتميز بالكفاءة والقدرة على استيعاب نظم إنتاج طاقة ترتبط بظواهر طبيعية تتغير من حين لآخر وشبكات نقل لا تستجيب لاحتياجات العملاء، وتحوُّلهم من وقت لآخر من مستهلكين للطاقة إلى منتجين لها، وكذلك من خلال شبكة كهربائية تتميز بكفاءة نقل وتوصيل عالية من محطات الإنتاج إلى مراكز الطلب الرئيسية، تربط بين شبكة كهرباء التيار المستمر العالى الجهد وشبكة التيار المتردد المنخفض الجهد، والعمل على استقرارها، وتأمين نموها وإضفاء مزيد من الأمان فى جانب الإمداد والتشجيع على المنافسة. فضلا عن ذلك، ينتظر قصر استخدام الطاقة المنتجة من الوقود الأحفورى على الأغراض الاحتياطية مع وجود ضوابط بشأن العوادم الناتجة عن الحرق بما يقلل من استهلاك الوقود إلى مستوى مستدام، وسينحصر استخدام الوقود الأحفورى لأغراض ضمان توليد القدرة المؤكدة.

تتزايد أهمية تكنولوجيا التيار المستمر العالى الجهد بالنسبة لاستقرار شبكات الكهرباء الكبرى، وخاصة عند إنشاء المزيد من محطات المصادر المتغيرة (مثل الرياح، الشمس)، إن التيار المستمر العالى الجهد والذى ينقل إلى مسافات طويلة يساهم إلى حد كبير فى دعم التوازن بين مصادر الطاقة المحلية والنائية، كما يسمح بالتعويض عند فصل إحدى محطات الكهرباء الضخمة عن الشبكة من خلال القدرات الاحتياطية النائية، وسوف تُولّد الطاقة من الشمس والرياح والمساقط المائية والحرارة الأرضية والكتلة الحيوية بالمناطق ذات الأداء الأفضل والتكلفة الأقل، والمنتشرة فى جميع أنحاء العالم(١١٥).

إن المبادرة بالتحول إلى مزيج الطاقة المستدامة سيؤدى إلى توليد كهرباء أقل تكلفة جراء استبدال الوقود الأحفورى ذى التكلفة المتصاعدة بطاقة متجددة محلية فى أغلب الأحوال وبذلك يمكن تلافى الآثار الاجتماعية والاقتصادية السلبية لتزايد سعر الوقود الأحفورى والتى ستظهر خلال الفترات القادمة.

وحالياً يشهد المجتمع الدولى مناقشات عدة حول دور التكنولوجيا فى مواجهة المتطلبات العالمية من الطاقة فى ظل آمال تعافى الاقتصاد العالمى وانتعاشه، كما أن السكان فى مختلف أنحاء العالم يواصلون تطلعهم للوصول لمستوى حياة أفضل وهذا يعنى أن الطلب العالمى على الطاقة سيستمر فى النمو بوتيرة متسارعة، فى هذا الإطار تذكر سارة أورتوين رئيسة قسم أبحاث التنقيب بشركة إكسون موبيل الأمريكية فى كلمتها بمنتدى التقنية المنعقد على هامش القمة العالمية لطاقة المستقبل ٢٠١١ بأبو ظبى(١١٦):

**«... إن العالم يستخدم ١٥ مليار وحدة حرارية بريطانية من الطاقة فى كل ثانية وهو ما يعادل تشغيل ٤٠ مصباحاً كهربائياً باستمرار لكل إنسان يعيش فى هذا الكوكب بمن فيهم ١٫٦ مليار إنسان على وجه الأرض لا يستخدمون الكهرباء كونها ليست بمتناول أيديهم»**

إن نمو الاقتصادات وارتفاع أعداد السكان يرتبطان ارتباطاً وثيقاً بزيادة معدل الطلب على الطاقة، وتشير معظم التقديرات الخاصة بحجم الطلب العالمى على الطاقة إلى أنه بحلول عام ٢٠٣٠ سيرتفع معدل استخدامنا للطاقة بنسبة ٢٥٪ مقارنة بحجم الكمية التى استنفدناها فى عام ٢٠٠٥ وأنه حتى العام ٢٠٣٠ سيأتى حوالى ٦٠٪ من الطاقة المستخدمة من قطاع النفط والغاز.

وعلى جانب الاستثمار، يحتاج المستثمرون إلى إطار سياسى وقانونى ثابت وواضح لزيادة نسبة الطاقة المتجددة فى سوق الكهرباء، ويمكن القول بأن العديد من الدول فى طريقها الآن لتعزيز نمو الطاقات المتجددة فى سوق الكهرباء من خلال مجموعة كبيرة من الآليات المختلفة، وبالنظر إلى بلوغ نسبة النمو الاقتصادى فى الصناعات الخاصة بالطاقات المتجددة إلى ٥٠٪ سنوياً تتضح أهمية هذا المجال.

## لماذا غدا وبعد غد ....؟

يختص علم المستقبليات أو «الدراسات المستقبلية» بما هو محتمل وممكن فى المستقبل، بجانب الأشياء ذات الاحتمالات المنخفضة والتأثيرات الكبيرة التى يمكن أن تصاحب حدوثها، حتى مع الأحداث المتوقعة ذات الاحتمالات العالية، مثل انخفاض تكاليف الاتصالات، أو تضخم الإنترنت، أو زيادة نسبة شريحة المعمرين ببلاد معينة، فإنه دائما ما تتواجد احتمالية «لا يقين» لا يستهان بها، لذا فإن المفتاح الرئيسى لاستشراف المستقبل يكمن فى تحديد عناصر اللايقين وتقليصها تقليلا للشك فى النتائج.

ولا تهدف الدراسات المستقبلية للتنبؤ بل إلى فتح مجالات المستقبل أمام الباحثين والمفكرين المعنيين بالتطوير، لذا يمكن اعتبار الدراسات المستقبلية أسلوباً لدراسة ظاهرة ما أو توقع انتشار تكنولوجيا بعينها، ويأخذ هذا التكيف فى اعتباره الطبيعة البينية للدراسات المستقبلية واستخدامها فى مجالات مختلفة، وتقدم الدراسات المستقبلية تصورات مختلفة حول تطور التقنيات ومنها الطاقة المستقبلية التى تشغل بال العالم الآن، والتى ستكون فى الغد أكثر أهمية.

إن ما يشغل الكثير من الدول ينحصر فى توفير موارد طاقة مستدامة، تساعد فى تحقيق أهداف التنمية، طاقة تتوافر مصادرها محليا، فلا تضع الدول المستوردة تحت ضغوط الأسواق، أو رحمة التقلبات السياسية، طاقة يمكن معها التخطيط المستقبلى الآمن المستقر، وإذا كانت هذه الرغبات هى الشغل الشاغل فى الوقت الراهن، فإن دراسة مستقبلها يصبغها بخصوصية ويكسبها أهمية، وفى وسط الواقع المتردى للطاقة فى الكثير من الدول النامية تعنى هذه الاهتمامات توجيه التخطيط المستقبلى إلى بنية تمهد للتوسع فى استخدام مصادر طاقة خضراء مستدامة، تعظم استخدام الإمكانات المحلية، وتطويعها فى خدمة الوطن.

وقد يبدو لفظ مترد كوصف لوضع الطاقة فى الدول النامية صادماً بعض الشئ، ولبيان المعنى المقصود من ذلك نوضح بأن هذا الوصف ينسحب على دول تتوافر فيها موارد تحت الأرض وفوقها، دول أغناها الله من المصادر النظيفة أكثر مما منحها

من تلك الملوثة، فكثير من الدول العربية ذات ثراء فريد فى مصادر البترول والغاز الطبيعى وأيضا طاقة شمسية وسرعات رياح تسمح بمشاركة فاعلة لهذه المصادر النظيفة فى حزمة الطاقة بتلك الدول، ومع هذا لا تعول الخطط المستقبلية للطاقة بتلك الدول على المصادر المتجددة بل التوسع فى استخدام المصادر الإحفورية، متناسين أن المصادر فوق الأرض كأشعة الشمس وطاقة الرياح يمكنها القيام بدور كبير، ولا نقول إنها تكفى لسد فجوة الطلب على الطاقة فى الوقت الراهن، كما أن الاعتماد على استيراد تكنولوجيات تحويل تلك المصادر إلى منتج نظيف راق يحمل لقب كهرباء تمتد فى شوارعنا ومنازلنا وغرف نومنا، يجب أن ينحسر اعتمادنا على تنمية قطاعات الصناعة الوطنية وتقليل الاستيراد.

إن الإفراط فى استخدام مصادر طاقة بعينها تحت مبدأ توافرها يعد إضرارا بالاقتصاد القومى وإهدارا للموارد الطبيعية المتاحة فى كل بلد، كما أن ما تخلفه المصادر الإحفورية من آثار سلبية يضع على كواهلنا أعباء وهموماً تجعلنا نحلم بيوم نحصل فيه على طاقة من مصدر لا يترك فى نفوسنا عقدة الذنب، وقصر النظر فى رؤية خيارات الحل !!.

فبنظرة سريعة إلى تصاميم منازلنا التى انتزعت من صفحات الكتالوجات الأوربية والأمريكية نجد أننا فى عداء خفى مع الطبيعة، لقد ألزمتنا هذه التصاميم استخدام أجهزة تكييف كان يمكن الاستغناء عنها، وأنظمة إضاءة بعيدة عن نظم العمارة الخضراء والمبانى الصديقة للبيئة، لقد عجزنا فى محاكاة تصاميم مثل تلك التى تصنعها الحشرات والطيور والثدييات كمأوى لها منذ بدء الخليقة، حيث نرى المهارة الفائقة فى تصميم بيوتها وتغيير مواقعها بما يتلاءم مع طبيعة حياتها وحياة صغارها وغذائها، فالنمل يبنى بيوتا تتوافر داخلها الرطوبة والدفء مستخدما فى سبيل ذلك مادة بناء خاصة يتخيرها من الطين الرديء الموصل للحرارة، والأرانب البرية تجعل فتحات ومداخل بيوتها إلى الجنوب حتى تتلقى أكبر قسط ممكن من الإشعاع الشمسى المباشر، لقد استطاعت هذه الكائنات بناء مدن للشمس فى حين عجزنا نحن !!.

### المعلوماتية

يبدو فى الحديث عن المعلوماتية فى كتاب عن الطاقة شىء من غرابة، إلا أن إمعان

النظر فيما حولنا من أجهزة قد يعفينا من الاستغراب الذى قد يقع فيه البعض، فأجهزة التكييف، والسخانات الكهربائية، والثلاجات، والماكينات فى المصانع، والأجهزة المنتشرة فى المستشفيات، وعدادات استهلاك التيار الكهربى فى المنازل، كل هذه الأجهزة والماكينات وغير ذلك كثير تتفق فى صفتين اثنتين هما: التغذية بالطاقة، والتحكم فيها ببرامج الكمبيوتر.

من هذا المنطلق، أضفت المعلوماتية أبعادا أخرى لاستخدام المعدات المستهلكة للكهرباء، فبدلا من استخدام أجهزة لا تتفاعل مع المستخدم، أصبح فى الإمكان إيجاد لغة حوار بين الاثنين، فعلى سبيل المثال، كان امتلاك جهاز تكييف فى السابق يعنى استخدام جهاز لضبط درجة الحرارة والرطوبة فى مكان ما، مع عدم القدرة على تحديد فترة التشغيل آليا أو ضبط درجة الحرارة عند رقم محدد أو ترشيد استهلاك الكهرباء فى هذه الأجهزة، والآن ومع استخدام تقنية المعلومات استطاع المستخدم أن يضبط مسبقا وعن بعد فترة التشغيل ليتوقف بنهايتها الجهاز عن العمل تلقائيا، إلى جانب تحديد درجة الحرارة بكسر الدرجة المئوية، وأسلوب توزيع الهواء فى الغرفة، كل هذه الإمكانات وغيرها لم تكن لتتاح لولا التقدم التقنى فى مجال الرقائق الإلكترونية ونظم التحكم الآلى.

كما تتيح البدائل التكنولوجيه التحكم بأجهزة التكييف وأنظمة الإضاءة من خلال الهاتف الذى يتصل بدائرة إلكترونية يمكنها الحديث والتواصل مع الأجهزة المنزلية والمكتبية المتصلة بالهاتف، مما يقدم لنا مجموعة من الخدمات التى تساعد فى رفع مستوى جودة الحياة، وتوفير استهلاك الطاقة، وخفض قيمة الفواتير.

وبالتالى فإن التقدم المنتظر فى مجالات الطاقة يظل -فى جانب منه- مرهونا بالتقدم فى مجالى تصنيع نظم الطاقة نفسها (رفع كفاءة النظم، تطوير تركيب الخلايا الفوتوفلطية، رفع كفاءة أنظمة تسخين المياه بالطاقة الشمسية، زيادة عوالية خلايا الوقود)، والقدرة على دمج هذه الأجهزة بالتقدم المعلوماتى منعكسا فى إثبات مصداقية هذه الأنظمة وثقة المستهلكين فيها، إن أجهزة التحكم القابلة للبرمجة يمكنها تلبية الكثير من رغبات المستهلكين عبر أتمتة رغباتهم فى شكل عمليات كهروإليكتروميكانيكية.

إن تقنية المعلومات بمفهومها الواسع تشمل مقومات تقنية الحوسبة أما مفهومها الدقيق فيشير إلى التخصصات الأكاديمية التى تهيئ الطلاب لتلبية احتياجات المستخدمين فى المنشآت والمؤسسات من خلال اختيار، وإنشاء، وتطبيق، وتكامل، وإدارة أنظمة الحاسب(١١٧). من هنا تستخدم الهيئات والمؤسسات فى الوقت الراهن الأنظمة المعلوماتية فى إدارة أغلب إن لم يكن كل خدماتها، أيضا تعرف المعلومات بأنها تلك التى تؤدى إلى تغيير سلوك الأفراد وفكرهم واتخاذ القرارات، حيث لخصها الفيلسوف الأنثروبولوجى بيتسون بلباقة، معرفا المعلومات بأنها «أى اختلاف يؤدى إلى اختلاف»، ولقد أدرك مطورو نظم المعلوماتية هذا الفرق الجوهرى بين البيانات والمعلومات، واعتبروه مدخلا أساسيا للارتقاء بالنظم الآلية، فبينما طغت نظم معالجة البيانات (كتلك الخاصة بإصدار كشوف المرتبات) على تطبيقات الكمبيوتر منذ ظهوره فى أواخر الأربعينات، شهدت فترة السبعينات انتشارا كبيرا لنظم معالجة المعلومات (كتلك الخاصة بتحليل الأداء الاقتصادى)، تلى ذلك التركيز على مجتمع المعرفة وانتشار النظم الخبيرة التى تستطيع القيام بالعديد من مهام البشر واتخاذ القرارات الحاسمة فدخلت فى عدة مجالات كالطب والزراعة والتنقيب والإلكترونيات والحاسبات والجيولوجيا والهندسة والتعليم والشريعة والقانون والتجارة والاقتصاد وغيرها الكثير.

تعد صناعة الإليكترونيات إحدى الركائز الأساسية للعولمة فى العصر الحديث، فإذا كان حجم الإنتاج الصناعى العالمى قد بلغ ٢١ تريليون دولار عام ٢٠٠٨، فإن حجم صناعة الإليكترونيات يمثل نسبة كبيرة بلغت ما يقرب من ١,٧ ترليون دولار فى نفس العام. بالإضافة إلى أن هذه الصناعة تتمتع بمعدل نمو يتراوح بين ١٠ إلى ١٤٪ سنويا، وهو معدل مرتفع إذا ما قورن بمعدل نمو الناتج العالمى الذى يتأرجح فى أحسن الأحوال حول ٤٪ سنويا. وقد أثبتت الدراسات أن هذه الصناعة مثلت الركيزة الأولى لنمو النمور الآسيوية، حيث تخدم هذه الصناعة سبعة قطاعات رئيسية تشمل: الاتصالات، والكمبيوتر، والإليكترونيات، والأجهزة الطبية، والسيارات، والصناعات الحربية، والمستهلك العادى (التلفاز، والراديو، ..)، مما أدى إلى وجود طفرة كبيرة فى حجم الأسواق ذات الصلة.

## الشبكات والاتصال

يعد الاتصال إحدى العادات الرئيسية التى يقوم بها الكائن الحى بشكل دائم ويوميا، فالإنسان يتصل بمن حوله بوسائل عدة، منها المسموع والمرئى والمكتوب، بل والحركى كلغة الصم والبكم بشكل خاص والأفراد العاديين للدلالة على أمر بعينه، وفى دراسة قام بها عالم النفس الأمريكى ألبرت ميهرابين اكتشف أن ٧٪ فقط من الاتصال يكون بالكلمات و٣٨٪ بنبرة الصوت و٥٥٪ بحركات الجسد (لغة الجسد)(١١٨)، فالإشارة بإصبعى السبابة والوسطى منفرجين تعنى النصر، وتحريك السبابة يمنة ويسرة بديل عن التفوه بلفظة «لا» ناقلة للطرف الآخر معنى الرفض، وتفيد الدراسات أن هناك ٢٠٠ إشارة لها نفس الدلالات تستخدم فى ٢٠ دولة، أيضا تعتمد الحيوانات والحشرات والطيور على حركات مختلفة للتواصل فيما بينها، كما اهتم القدماء بدراسة سبل الاتصال بين الحيوانات وبعضها، وكان الجاحظ من أوائل من كتب دراسة مستفيضة عن بعض الوسائل التى يتفاهم بها الحيوان، واعتمدت دراسته على الملاحظة دون إجراء التجارب.

ولقد أولى الإنسان اهتماماً خاصاً بالتواصل مع بنى جنسه، فاستخدمت اللغات المختلفة، واخترع الهاتف والتلغراف وغيرها من وسائل الاتصال، إلى أن ظهر الحاسب الآلى إيذانا بثورة الشبكات والاتصالات لتأخذ مكانتها فى العمل والمجتمع، وترتقى بها الدول إلى مستويات عالية من التقدم، إلى درجة أن كفاءة المجتمعات أصبحت تقاس بمدى كفاءة شبكة اتصالاتها بعد أن باتت هذه الشبكة بمنزلة الجهاز العصبى للمجتمع(١١٩)، ومن دونها تتفكك أوصاله، فتتعذر إجراءات توجيهه وحشد قدراته، ولقد جاءت النقلة النوعية الحادة التى شهدها العالم على صعيد الاتصالات فى الحقبة الأخيرة، نتيجة لعاملين هامين: أولهما ظهور الإنترنت التى أصبحت -بلا منازع- وسيط الاتصال الأول، مصحوبة بانقلاب فى مفهوم التواصل الإنسانى سواء من حيث تنوع وسائله، أو اتساع نطاقه، وسرعة إيقاعه، إلى الحد الذى أصبحت معه هذه الشبكات مشاركاً رئيسياً فى الثورات الحديثة كما شهدنا فى العالم العربى بتونس ومصر وليبيا وغيرهم من الدول إبان عام ٢٠١١، وثانيهما استخدام الألياف

الضوئية ذات السعة الهائلة لتدفق المعلومات التى تتضاءل أمامها تلك السعة المحدودة للغاية لكابلات النحاس التقليدية، ناهيك عن جودة التواصل من خلالها.

وبعيدا عن نقل الرسائل والأصوات امتدت خدمات الشبكات ونظم الاتصالات إلى خدمات نقل الأموال عبر ما يعرف بالتحويل الإليكترونى، ونقل الأسواق عبر سيل التجارة الإليكترونية، ونقل الحضور حيث يمكن التواجد عن بعد وعقد المؤتمرات الهاتفية بخلاف ما كان معلوما عنها فى الماضى.

إن تحويل الذرات التى تتكون منها الأجسام إلى مجموعات بتية(*) قدم لنا حلولا سحرية، فها نحن نرسل بياناتنا وتقاريرنا بل وأموالنا من محال إقامتنا فيستقبلها الطرف الآخر قبل أن يرتد إليه طرفه، إن اختصار الزمن الذى أتاحه تبادل المعلومات يجب أن يتحول إلى وفر زمنى لمزاولة أنشطة جديدة، أو صقل مهارات قديمة، إلى جانب رفع مستوى جودة الحياة التى نحياها ونسعى من خلالها إلى إعمار الأرض والاستفادة من مصادر الطاقة المتاحة لنا، فيحق لنا خلافة الأرض!!.

**المعلوماتية وأنظمة الطاقة**

تحتوى أنظمة إنتاج الطاقة على أجهزة إلكترونية للتحكم فى تشغيل مكونات محطات الطاقة، وتتمتع هذه الأجهزة بقدر من الذكاء الاصطناعى يتيح لها اتخاذ قرارات سريعة طبقا لخوارزميات(*) تم بناؤها للتعامل مع ما قد يطرأ من أحداث أثناء تشغيل المحطة، حيث صيغت الخوارزميات فى شكل برامج «Software»، وقد بلغت كفاءة هذه البرمجيات ودقتها درجة عالية توافرت بناء عليها الثقة فى الاكتفاء بمراقبة القرارات التى تتخذها فى تشغيل المحطات، حتى فى أصعب الأوقات.

منذ عام ١٩٧٥، بدأت نظم التحكم فى الطاقة تنتشر مما هيأ المناخ للحصول على

(*) يقصد هنا «Bits» التى تتكون منها بنية البيانات في أجهزة الحاسب.

(*) الخوارزميات جمع الخوارزمية وهى مجموعة من الخطوات الرياضية والمنطقية المتسلسلة اللازمة لحل مشكلة ما، وسميت الخوارزمية بهذا الاسم نسبة إلى العالم المسلم الطشقندى الأصل أبى جعفر محمد بن موسى الخوارزمى الذى ابتكرها فى القرن التاسع الميلادي، والكلمة منتشرة فى اللغات اللاتينية والأوروبية على نحو «Algorithm».

طاقة ذات جودة أفضل، وتطبيق نظم ترشيد الطاقة، وتقليل استهلاكها فى المبانى والمصانع، إلى جانب ذلك انتشرت نظم التحكم للمساعدة فى أعمال تشغيل محطات الطاقة، وأصبح فى إمكان القائمين على تشغيل المحطة متابعة كل صغيرة وكبيرة من خلال غرفة تحكم تربطهم بكافة أجزائها عبر أسلاك أو نبضات تحمل فى طياتها درجات الحرارة، والضغوط، ومعدلات سريان الوقود، وغيرها من البيانات التى يتقرر بناء عليها حالة المحطة، بل مكنت أنظمة جمع البيانات من تحديد مستويات للخطر تتخذ فى كل منها إجراءات لتلافى تفاقم الأمر وخروجه عن حدود السيطرة، بل بلغ الأمر حد ترك أمور تشغيل المحطة واتخاذ القرارات الحاسمة وقت الأزمات لأجهزة التحكم الآلى، والاكتفاء بمراقبة الأمر عن كثب !!.

ومن الجدير ذكره فى هذا الصدد، أن الكثيرين من العاملين فى مجال الإلكترونيات فى العالم النامى(١٢٠) ظلوا لفترات طويلة لايميزون الفرق بين الصناعات الإلكترونية، مثل صناعة التليفزيون، والكاسيت، والراديو، وبين تكنولوجيا الإلكترونيات المتمثلة فى تصميم لوحات إلكترونية لتنفيذ إجراءات أو تقديم خدمات بعينها. فالعلاقة بين البحث العلمى والصناعة بصفة عامة، وتكنولوجيا الإلكترونيات بصفة خاصة تتحقق على ثلاثة مستويات: الأول يركز على العلوم الأساسية المطلقة من خلال تخصيص ميزانيات لتمويل أبحاث تهدف فى المقام الأول إلى اكتشاف نظريات جديدة، وابتكار مواد ذات خصائص مميزة لم تستخدم من قبل، وعادة ما يكون ذلك فى الدول الغنية التى تمتلك وفورات مالية تمكنها من إنفاق مبالغ طائلة فى سبيل تلك الأبحاث والتى تتم دون انتظار عائد مادى مباشر جراء تنفيذ تلك المشروعات البحثية. والمستوى الثانى يركز على البحث العلمى التطبيقى الهادف إلى تحويل الأبحاث العلمية التى تم ابتكارها فى المستوى الأول إلى منتج تجارى، وهى عملية بالغة التعقيد تعتمد على خطوات متشابكة ذات مرحلة صعوبة عالية، ويعد هذا المستوى الأنسب للدول الناهضة والنامية التى ترغب فى تحقيق دخل كبير وتحقيق طفرة علمية فى وقت

وجيز. والمستوى الثالث يختص بحل مشاكل القطاعين الصناعى والتجارى والتى تعمل على رفع كفاءتهما وحل مشاكلهما وتطوير الأداء والمنتجات.

إن العلاقة بين الباحثين ورجال الصناعة - على سبيل المثال - يجب أن يتم فى فضاء يسمح بأن يتفهم رجال الصناعة أن إنفاقهم على بحث يقوم به مجموعة من الباحثين لا يعنى أنهم أصبحوا مجرد مجموعة من الموظفين لديهم، وعلى الجانب الآخر لا يتصور الباحثون أنهم بمساهمتهم فى حل مشكلة تواجه المصنع أو ابتكار مادة معينة أنهم أصبحوا -فجأة- مالكى المصنع، ويعد الفضاء المناسب لهذا التجمع هو الفضاء التخيلى، بمعنى وجود مواقع إلكترونية يعرض فيها أصحاب المصانع المشاكل التى يواجهونها والتمويلات التى يمكن أن يقدموها فى سبيل حل تلك المشاكل، على الجانب الآخر يقدم الباحثون خبراتهم وإمكاناتهم التى تمكنهم من حل تلك المشاكل. من هنا تبرز أهمية وجود جهة متخصصة تساعد الطرفين على الالتقاء وتقريب وجهات النظر فيما بينهما، بل ومساعدة كلا الطرفين فى عرض ما يريد، وهذه الجهه هى المكاتب الاستشارية المتخصصة فى تلك الأعمال، فلكى يحصل الباحث على التمويل المناسب لابد أن يكتب البحث بحرفية عالية تمكنه من إقناع الطرف الآخر.

أيضا تستخدم أنظمة كمبيوترية متخصصة لإدارة الطاقة فى المبانى والمصانع بهدف رصد ومراقبة وتحسين أداء الطاقة عن بعد، وتساعد هذه الأنظمة التى يطلق على بعض منها اسكادا «SCADA» فى ترشيد الطاقة وتوفير الوقود المستهلك إلى جانب رفع كفاءة أنظمة إنتاج الطاقة. وقد بدأت الحاجة الملحة إلى التحكم فى تشغيل الأجهزة الدوارة للعمل بسرعات مختلفة فى أوقات معينة، وكان الحل يكمن فى استخدام مفاتيح تحكم مختلفة تقوم بالتشغيل والإيقاف فقط، وبزيادة عدد الأجهزة المطلوب التحكم فيها فكر المصممون فى تجميع دوائر التحكم والقوى فى لوحات منفصلة، ثم ظهرت تقنيات جديدة للتحكم صاحبها ظهور معدات جديدة مثل

الحساسات وغيرها والتى تعمل بناء على قيمة الإشارة المقاسة أو المحولة، تلى ذلك ظهور نظم التحكم الرقمى، ونتيجة لتعدد الأنظمة الكهربائية داخل أى مشروع فقد دعت الحاجة إلى التحكم ومراقبة تلك الأنظمة من مكان واحد، لذا نشأ ما يسمى بنظام إدارة المبانى اعتمادا على لوحات التحكم الرقمى، أنتجت بناء عليه الشركات أنظمة مصغرة للتحكم فى إدارة الأنظمة الكهربائية.

إن ما يقوم به مركز الطاقة الباسيفيكى «Pacific Energy Center» بمدينة سان فرانسيسكو والتابع لشركة «PG&E» Pacific Gas and Electric Company، يوضح الدور الكبير لبرامج كفاءة الطاقة وإدارة الأحمال فى التخطيط لمتطلبات الطاقة فى ولاية كاليفورنيا، فالمركز ينفذ برامج كفاءة الطاقة وإدارة الأحمال منذ عام ١٩٧٦ لقطاعات الاستهلاك (المنزلى - التجارى - الصناعى - الزراعى وتصنيع الأغذية)، مما جنب الولاية إنشاء نحو ٢٤ محطة توليد جديدة، ولا يقتصر دوره على ذلك بل يمتد إلى حزم من البرامج التعليمية المجانية فى مجالات الإضاءة، والتدفئة والتكييف، وأكواد كفاءة الطاقة، وتصميم المبنى والطاقات المتجددة والقياسات الخاصة بتقييم أداء المبانى، يعلن عنها ويستطيع الأفراد العاديون والمتخصصون الاشتراك فيها، يدعم ذلك معامل متخصصة ووسائل إيضاحية لنظم الإضاءة ومحاكاة الإضاءة الطبيعية والظلال الناشئة من المبانى والأشجار، مع تحليل معلوماتى فورى لنظم الإضاءة التى يتم توزيعها فى مساحات الاختبار، مقرونة بإحصاءات ومنحنيات تعطى المصمم القدرة على الوصول إلى أفضل الحلول، وقد صدمنى أن يصف لى المهندس المسئول عن مركز التدريب هذه المعامل بأنها قديمة وسيتم استبدالها خلال الفترة القادمة!!.

### عروض تسعير الطاقة

تعتمد خدمات تسعير الطاقة على توقيع عقود بين المورد والمستهلك، وطبقا لنصوص العقد تؤدى الخدمة نظير دفع المقابل، ومع أن تكلفة إنتاج الطاقة من المصادر الأحفورية ترتبط مباشرة بأسعار هذه المصادر، فإذا ارتفع سعر برميل البترول زادت تكلفة

الإنتاج، وعكس ذلك صحيح، إلا أن العقد الموقع بين المورد والمستهلك يضع التزامات على الأخير تطبق حال ارتفاع أسعار النفط، فيدفع صاغرا تكاليف إضافية لقيمة ما يحصل عليه من طاقة كهربائية، أما إذا انخفضت أسعار الغاز الطبيعى أو البترول فإن المستهلك يدفع القيمة الثابتة المنصوص عليها فى العقد، ومثل هذه العقود تعطى القوة لطرف دون آخر، مما يوجد حالة من عدم التوازن، وفقد الثقة بين طرفى السوق، وتنتشر هذه العلاقة فى كثير من الدول النامية، حيث تتولى -فى أغلب الأحيان- شركة حكومية واحدة إنتاج الطاقة ونقلها وتسويقها، لتنشأ سوق احتكارية.

وفى ظل ما تزخر به الأسواق الحالية من أنظمة تسويق مبتكرة وعديدة، طورت شركات المرافق فى الكثير من الدول المتقدمة من أنظمة تسعير الكهرباء، فأصبحت هناك أوقات تدفع فيها تعريفة أقل من غيرها من الأوقات، أى ما يشبه العروض الترويجية التى تقدمها شركات المنظفات والأجبان والزيوت وغيرها، حيث نحصل على نفس الكميات بأسعار أقل، إن أسواق الطاقة فى الكثير من الدول المتقدمة تتضمن دفع تعريفة تختلف على مدار اليوم، مما يجعل المشتركين يخفضون استهلاكهم فى أوقات ارتفاع التعريفة، مرحلين أحمالهم بعيدا عن أوقات الذروة التى ترتفع خلالها تعريفة بيع الكهرباء، وحتى تطبق هذه الآلية بيسر تعمل الدوائر الإلكترونية على تنظيم العلاقة بين طرفى العقد «المنتج والمستهلك»، أى أن هذه الآلية تعتمد بشكل رئيسى على تكنولوجيا المعلومات.

إن العدادات الميكانيكية التى مازالت تنتشر فى الكثير من بلداننا النامية لقياس استهلاكنا من الكهرباء لا تمتلك القدرة على التمييز بين استهلاكاتنا صباحا ومساء، بين ما نحتاجه من الكهرباء وقت الذروة والأوقات الأخرى، ليس لدى هذه العدادات القدرة على قياس جودة الكهرباء الموردة إلينا، وإجراء الإحصاءات التى تفيدنا فى التعرف على طبيعة استهلاكنا، ومدى إمكانية تحسينه بما يعود علينا بوفر فى فاتورة الكهرباء، ولشركات المرافق بتوجيه هذه الكهرباء لاستخدامات أخرى.

**برواز: (٨)**

**«كان توقيت زيارة المحصل لتحصيل قيمة الفاتورة غالبا ما يكون خارج مواعيد تواجدى بالمنزل، لقد سبب لى ذلك مشاكل عديدة، منها تأنيب ذاتى بأننى غير ملتزمه بدفع قيمة الفاتورة فى الموعد المحدد، ومنها مادى حيث كان على أن أدفع قيمة عدة فواتير دفعة واحدة، وهو ما كان يضرب ميزانيتى فى مقتل، لكن الأمر اختلف تماما عندما استبدلت عداد الكهرباء العتيق المثبت فى اللوحة بمدخل المنزل بآخر حديث أقوم بشحنه بمبلغ مالى تماما كما أفعل مع هاتفى المحمول».**

**«لقد كنا مجبرين على دفع حد أدنى لفاتورة الكهرباء حتى إذا كان استهلاكنا صفراً، فهناك رسوم ثابتة يدفعها كل مشترك، مع أن المنطق يقول إننا يجب أن ندفع نقوداً مقابل استهلاكنا الفعلى للكهرباء وليس نظير اشتراكنا فى نظام استهلاك الكهرباء !!.**

**تعقيب لسيدتين إنجليزيتين على مميزات استخدام بطاقات الدفع المقدم لخدمة الكهرباء.**

والآن ومع ثورة المعلومات والتقدم التكنولوجى، أصبح لدينا عدادات ذكية، تستطيع أن تميز بين أوقات اليوم، ويمكن برمجتها عن بعد بمعرفة الشركة الموردة للكهرباء، ليعطى إمكانية توافر مدى أوسع للتعريفة تختلف بحسب التوقيت ويسمح للرسائل السعرية أن تصل للعميل بشكل واضح وفى التوقيت المناسب، أيضا تساعد هذه العدادات فى الحصول على إحصاءات عن طبيعة استهلاكنا للكهرباء، فإذا كان لدينا أنظمة خاصة لإنتاج الطاقة الكهربائية مثل الخلايا الفوتوفلطية أمكن لهذه العدادات تسجيل ما نشتريه من طاقة كهربائية إلى جانب ما نبيعه للشبكة وحساب صافى القياس «Net Metering»، وهو ما يعنى إمكانية تغيير وظيفة عميل الشبكة على مدار اليوم، فأحيانا مشترى يستهلك الكهرباء المتاحة فى الشبكة، وأحيانا أخرى بائع ينتج الكهرباء من مصادر خاصة لديه، مثل توربينات الرياح أو خلايا الوقود حيث يخزنها فى الأوقات التى لا يحتاج فيها إلى هذه الكهرباء، ويبيعها للشبكة وقت

الذروة بأسعار تحقق له عائدات مقبولة، وهو ما يعنى أن هناك تعريفة مختلفة على مدار اليوم، تتغير طبقا لمعدلات الاستهلاك وتراعى اتزان الشبكة، إلى جانب عدادات لديها القدرة على تفهم واستيعاب اتجاه سريان الكهرباء والتوقيت.

تسمح آلية قياس صافى الطاقة للمستهلكين أصحاب أنظمة وحدات الطاقة المتجددة المنتجة للكهرباء ببيع الطاقة الكهربية الزائدة عن احتياجاتهم للاستهلاك، حيث يتم استخدام عداد لقياس تدفق الطاقة بين المستهلك والشبكة، ويدفع المستهلك فقط ثمن الكهرباء المستخدمة «الصافية» خارج إنتاجه من الطاقة المتجددة على مدى دورة وحدة التحصيل، ويمكن لأصحاب هذه الأنظمة الاستفادة من فروق الأسعار التى تتيحها الشبكة لتوليد الكهرباء وقت الذروة وذلك باستخدام وحدات لتخزين الطاقة حتى وقت ضخها إلى الشبكة.

أيضا تتضمن تصميمات منازل المستقبل الذكية إمكانية توصيل الأجهزة الكهربائية بمنفذ التيار الكهربائى مباشرة، من خلال وحدة تحكم تتيح لشركة الكهرباء أن تحدد الأجهزة المتصلة بالتيار وكمية الطاقة التى تستهلكها، وبدلا من إرسال فاتورة شهرية بالاستهلاك الكلى للطاقة(١٢١)، فإن الشركة يمكنها وضع قائمة مسلسلة تتضمن استهلاك كل جهاز على حدة، مما يسهل على المستهلكين التحكم فى استهلاك الطاقة بشكل أفضل وفعال نظرا لاستيعابهم نظم الاستخدام المطورة.

كما يمكن لشركات الكهرباء أن تحيط أصحاب المنازل علما بفرص التوفير الممكنة للطاقة، حيث ترتبط العروض الترويجية بالتخطيط للشبكة، بإمكان الشركات تقديم مزايا تسعيرية لأجهزة دون أخرى، مثال ذلك بيع الطاقة التى يستهلكها جهاز تكييف بسعر أعلى من تلك التى تحتاجها ثلاجة منزلية، أو تخصيص وقت محدد لعمل الغسالات الكهربائية بأن يعطى هذا النطاق سعرا تفضيليا لاستهلاك الكهرباء بالغسالات، مما يستوجب سرعة وفاعلية التواصل مع المستهلك باستخدام الرسائل النصية أو الصوتية عبر أجهزة الهاتف الشخصى، أو البريد الإلكترونى، أو شاشات التليفزيون، أو ترك القرار إلى وحدة التحكم لاتخاذ القرار المناسب بتشغيل أو فصل الجهاز.

## سياسات الطاقة

ترتبط إمكانات تحقيق التنمية الاقتصادية والاجتماعية المستدامة بمدى توافر مصادر كافية ومنتظمة للطاقة تعتمد على الموارد المتاحة بمواقع الاستخدام قدر الإمكان، وتكفل الظروف المعيشية الموائمة للسكان. ويتطلب ذلك توفير خليط متوازن من المصادر التقليدية والمتجددة، والحد من الآثار البيئية الناجمة عن إنتاج واستهلاك الطاقة على البيئة وصحة الإنسان ومع تطور تقنيات هذه المصادر ونظمها وبدء دخول عدد منها إلى حيز الاستخدام التجاري، فُتحت آفاق واعدة لإمكانات إسهامها بشكل مؤثر فى توفير الطاقة اللازمة لعملية التنمية. وكما أن الطاقة تدخل فى كل مناحى الحياة بصور تختلف من تطبيق لآخر، فإن قراءة تاريخ الإنسانية من وجهة نظر الطاقة تبين أن الحضارة الأقوى هى التى كانت تجيد استعمال الطاقة بشكل أكثر فاعلية وإنتاجا من الحضارات الأخرى، ومع الارتباط المباشر بين الطاقة والعديد من القضايا الاجتماعية التى تؤثر على التنمية المستدامة من قبيل –الفقر والعمل والصحة وتغير المناخ– نشأت علوم ومناهج اهتمت بدراسة الطاقة، مثل اقتصاديات الطاقة، وإدارة وتخطيط الطاقة وتشريعات الطاقة، بل أصبح نصيب الفرد من الطاقة أحد مؤشرات التنمية.

ونظراً لأن تشريعات الطاقة تمثل الإطار الذى يحدد العلاقة بين الأطراف المعنية بشئون الطاقة «المنتج – الناقل – الموزع – المستهلك»، فقد عنيت الكثير من الدول بوضع قوانين وتشريعات للطاقة تنظم هذه العلاقة، إيمانا بأن إنشاء محطة لتوليد الكهرباء أو شبكة لنقل الطاقة لا يقل أهمية عن وجود نصوص تشريعية حاكمة وواضحة، مانعة حاكمة، تحفظ للجميع حقوقهم، وهو ما يطلق عليه «سياسات الطاقة:

والسياسة لغويا من ساس الناس أى تولى رياستهم وقيادتهم(١٢٢)، واصطلاحا تعنى رعاية شئون الدولة الداخلية والخارجية، وتعرف إجرائيا حسب رأى هارولد لازول(*) بأنها دراسة السلطة التى تحدد من يحصل على ماذا «نظرية المصادر

(*) باحث سياسي واجتماعى أمريكى عاش في الفترة من ١٣ أبريل ١٩٠٢ حتي ١٨ ديسمبر ١٩٧٨.

المحدودة» متى وكيف؟. وتعبر السياسة عن عملية صنع قرارت ملزمة لكل المجتمع تتناول قيماً مادية ومعنوية وترمز لمطالب وضغوط وتتم عن طريق تحقيق أهداف ضمن خطط أفراد وجماعات ومؤسسات ونخب حسب أيدلوجيات معينة على مستوى محلى أو إقليمى أو دولي، وهى علاقة بين حاكم ومحكوم وهى السلطة الأعلى فى المجتمعات الإنسانية، حيث السلطة السياسية تعنى القدرة على جعل المحكوم يعمل أو لا يعمل أشياء سواء أراد أو لم يرد، وتمتاز بأنها عامة وتحتكر وسائل الإكراه كالجيش والشرطة وتحظى بالشرعية(١٢٣).

ومع أن هذه الكلمة ترتبط بسياسات الدول وأمور الحكومات فإن كلمة سياسة يمكن أن تستخدم أيضا للدلالة على تسيير أمور أية جماعة وقيادتها ومعرفة كيفية التوفيق بين التوجهات الإنسانية المختلفة والتفاعلات بين أفراد المجتمع الواحد، بما فى ذلك التجمعات الدينية والأكاديميات والمنظمات.

وبالإسقاط على مجالات الطاقة، نجد أن لفظة سياسة (مفردة أو مجموعة) تستخدم للتعبير عن وسائل الحفز أو الضبط، بمعنى استخدام «سياسة تعريفة التغذية» أو «سياسة المنح» لحفز منتجى الطاقة على إنتاجها من مصادر متجددة كبديل للمصادر الأحفورية، أو «سياسة وضع ضرائب على الوقود» لضبط استهلاك الطاقة وتقنينه.

وقد تضاعف عدد الدول التى تنتهج تشريعات لتشجيع استخدام الطاقة المتجددة فى الخمس سنوات الأخيرة إلى نحو ١٠٠ دولة، كما وصل عدد الدول التى حددت أهدافاً مستقبلية لمشاركة أنظمة الطاقة المتجددة فى خليط إنتاج الطاقة بها إلى أكثر من ٨٥ دولة، وغنى عن الذكر أن نمو السوق يحدث كرد فعل لدمج تشريعات فاعلة تعطى نتائج ملموسة.

هناك أيضا سياسات تنظيمية وإدارية تشتمل على توقيع عقود طويلة المدى لشراء الطاقة المنتجة من المصادر المتجددة، إلى جانب تقديم تسهيلات للربط بشبكة نقل الكهرباء، وقد تختلف تعريفة الشراء خلال هذه المدة بحيث تتجه للانخفاض كلما زادت فترة تشغيل المشروع. وقد تقوم بعض الحكومات بتطبيق سياسة المشتريات الحكومية، التى تهدف إلى حفز المستثمرين على الدخول إلى أسواق الطاقة المتجددة،

من خلال شراء أنظمة الطاقة المتجددة بأسعار أعلى من معدلات السوق، وبما يمثل حافزاً للاستثمارات الصناعية وأداة لجذب شركات التصنيع العالمية نحو نقل خطوط إنتاجها إلى هذه الدول للاستفادة من فروق الأسعار.

يضاف إلى ذلك قيام الدولة بتدبير منح لمشروعات الطاقة المتجددة تمثل نسبة من التكاليف الاستثمارية فى قيم مشتريات الطاقة المتجددة وتركيبها يتم تغطيتها من آليات تمويل حكومية موجهة لإنتاج الكهرباء / الطاقة، وعادة ما تستخدم هذه السياسة فى تنمية أنواع معينة من المصادر المتجددة تواجه صعوبات فى الانتشار نتيجة ارتفاع تكلفة رأس المال اللازم، وبالتالى ارتفاع تكلفة الإنتاج، أو إقرار بعض السياسات الضريبية عن طريق منح الشركات التى تقوم بالاستثمار فى الطاقة المتجددة خصماً على الضرائب المستحقة على أنشطتها الأخرى، وقد تم استخدام هذه الآلية كسياسة ثانوية لسياسة الإلزام فى الولايات المتحدة الأمريكية، حيث تتميز بأنها تدعم بشكل جيد سياسة الإلزام التى تؤدى إلى زيادة للاستثمارات.

كما تشير الشهادات الخضراء إلى كمية من الطاقة تم إنتاجها من مصدر متجدد، وتمثل قيمة المزايا البيئية الناتجة عن استخدام مصادر الطاقة المتجددة فى إنتاج الكهرباء، بالتالى مساهمة هذه النظم فى خفض نسبة ثانى أكسيد الكربون. وفى هذا النظام تناظر الشهادة الخضراء واحد ميجا وات ساعة من الطاقة المنتجة من المصادر المتجددة، وتسمح الشهادات الخضراء بالحصول على ميزات من قبل السماح بشراء المزايا البيئية للكهرباء المولدة من مصادر متجددة بغض النظر عن موقع إنتاج هذه الكهرباء، وإمكانية الاتجار فيها عبر حدود الدول، بمعنى شراء طاقة متجددة منتجة فى دولة ما وبيعها فى دولة أخرى، وهو ما يسمح بالتغلب على عوائق ضرورة النقل الفعلى للكهرباء المولدة من مصادر متجددة، والسماح بالاستثمار فى توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة وتحسين اقتصادياتها.

أى أن الحافز يمكن أن يرتبط بإنتاج الكهرباء بغض النظر عن جودة الآلة المستخدمة، انطلاقا من حرص المستثمر على تركيب معدات ونظم ذات جودة تضمن له عائدات كبيرة، وتساعدة على تلافى الوقوع تحت المساءلة القانونية جراء عدم وفائه بالتزاماته التعاقدية، وهى الحالة الحالية لدول عديدة منها ألمانيا. أو ربط

الحافز بالإنتاج الصناعى كما فى المثال الهندى الذى بدأ تجاربه بشراء تصميمات لنظم طاقة متجددة لقاء حصول الشركة الأم صاحبة التصميمات على ٥٪ سنويا من إنتاج الشركة الهندية مدة خمس سنوات، تمتد لخمس سنوات أخرى على أن تحصل الشركة الهندية أو الشركة الأم على أى تطوير تدخله أى من الشركتين على ذات المنتج خلال فترة الترخيص الأولى، وبعد انقضاء فترتى الترخيص يصبح للشركة الهندية حرية تسويق ذات المنتج وتطويره دون أى التزامات تجاه الشركة الأم. ويختلف النموذج الهندى عن نظيره الصينى فى التصنيع والقائم على الهندسة العكسية، دون التزام محدد مع الشركات صاحبة الملكية الفكرية، مما يضع كثيراً من المنتجات الصينية تحت طائلة القانون.

من هذا المنطلق، تركزت صناعات عدة فى مدينة ناجبور الهندية الواقعة في ولاية ماهراشترا، الواقعة على نهر الناج، وفي ملتقى أهم الطرق التي تربط أكبر المدن الهندية (بومباي إلى كلكتا، ومن مِدْرَاس إلى دلهي)، ونتيجة لهذا اشتهرت بصناعة معدات النقل إلى جانب استخراج المنجنيز والفحم الحجري، وتطورت تطورا كبيرا نتيجة تحولها لمركز صناعى، خاصة مع تعهد الحكومة بتوفير تمويل يعادل نحو ٣٣٪ من قيمة مكونات نظم الطاقة المتجددة التى يشتريها المستثمر، ليقفز هذا الحافز بصناعة معدات ونظم الطاقة المتجددة قفزات جعلت من الصناعة الهندية فى هذا المجال -إلى جانب الصناعة الآسيوية- مصدرا لمحطات الطاقة المتجددة فى العديد من الدول الأوربية والولايات الأمريكية، الأمر الذى حد من النمو الأمريكى فى مجال طاقة الرياح جراء توجيه معظم الإنتاج الآسيوى إلى السوق الصينية والهندية.

هذا وقد صدر بنهاية عام ٢٠٠٩ عن المفوضية الأوربية التوجيه المعروف باسم «Directive ٢٠٠٩/٢٨/EC» والذى تنص مادته التاسعة على أنه يمكن لدول العالم النامى بيع الشهادات الخضراء داخل السوق الأوربية على أن تعد هذه الشهادات جزءاً من دليل تحقيق الدول الأوربية المستوردة لهذه الشهادات لأهداف توليد الكهرباء من الطاقة المتجددة المنوطة بهذه الدول بشرط الوفاء بنقل الكهرباء المذكورة فعليا للشبكة الأوربية من خلال شبكات الربط، مع إمكانية قبول الشهادات من دول العالم

النامى -حتى فى حالة عدم الربط وعدم نقل الكهرباء فعليا- مع الوفاء ببعض الشروط التعاقدية الخاصة بالمشروع.

وعلى الرغم من وجود حزم عديدة من سياسات تشجيع مستثمرى الطاقة المتجددة على الدخول فى هذا المجال، إلا أن تعريفة التغذية تعد أكثرها تميزا وانتشارا على الصعيد العالمى حيث تطبق فى نحو تسعين دولة من إجمالى مائة دولة وضعت أهدافا مستقبلية لمشاركة الطاقة المتجددة فى خليط الطاقة.

**تعريفة التغذية**

تعتمد سياسة «تعريفة التغذية» على أن تحدد الحكومة بالاتفاق مع منتجى الطاقة من مصادر متجددة سعراً عن كل وحدة طاقة تسدده الحكومة للمنتجين نظير وفائهم بالتزاماتهم المحددة، ونظراً لارتفاع تكلفة الإنتاج من بعض تكنولوجيات الطاقة المتجددة تصبح قيمة التعريفة -عادة- مرتفعة عن تلك الممنوحة للطاقة المنتجة من المصادر التقليدية، مما يعنى ضمان المنتجين سعرا مجزيا لبيع الكهرباء، وتعتبر هذه السياسة جاذبة للمستثمرين، وبالتالى تساعد فى نشر الطاقات المتجددة والتشجيع على إدارة المحطات بكفاءة عالية. وقد ساعدت هذه الآلية الكثير من الدول فى إحداث طفرة فى مستوى مشاركة مصادر الطاقة المتجددة فى حزم الطاقة خاصة، منها إسبانيا وفرنسا، وكذلك ألمانيا التى طبقتها عام ١٩٩٠ مما أدى إلى ازدهار أسواق الطاقات المتجددة هناك ونشر تطبيقاتها وبالتالى نمو الشركات العاملة فى المجال إلى الحد الذى جعل من الشركات الألمانية شركات رائدة فى مجالات الطاقات المتجددة عالميا.

ومنذ البدايات الأولى خضعت التعريفة للتطور بشكل كبير، فقد ترجم مصطلح «Stromeinspeisungsgesetz» الذى استخدم فى ألمانيا إلى اللغة الإنجليزية حرفيا بأنه قانون تغذية الكهرباء «Electricity Feed-in Law»، وهو ما كان يعنى أن الكهرباء تغذى الشبكة، ومنذ ذلك التاريخ استخدم هذا المصطلح عالميا ولا يزال مستخدما حتى اليوم(١٢٤).

وتشمل الحجج المؤيدة لسياسة تعريفة التغذية أنها تعمل على إيجاد سوق آمنة ومستقرة للمستثمرين فى مجالات الطاقة المتجددة سواء على مستوى الإنتاج أو

التصنيع وهو ما يؤدى إلى معدلات نمو كبيرة وقابلة للقياس الكمى من الصناعة المحلية يترافق معها فرص عمل لفئات عديدة، كما تساعد التعريفة على تأمين إمدادات الطاقة وتوافرها لكافة عملاء المرافق إلى جانب التحوط ضد تقلبات أسعار الطاقة، أيضا تدعم تعريفة التغذية التكنولوجيات فى المراحل المختلفة من النضج، بما فى ذلك التكنولوجيات الناشئة.

وقد يرى البعض أن صعوبة تدبير التمويلات اللازمة لمواجهة الإنشاءات والطاقة المنتجة فى قطاع الطاقة المتجددة، والتى قد تظهر فى الدول النامية، ومن ثم يساعد تحديد القدرات المطلوب تركيبها سنويا فى تقدير الأموال اللازمة لمواجهة تلك الاستثمارات، علما بأن تحديد إجمالى القدرات المركبة سنويا يحرم بعض المستثمرين من الانتفاع بمزايا تعريفة التغذية.

ويمكن المساعدة فى تخفيف الأعباء المالية من خلال رصد القروض البنكية قليلة الفائدة لمشروعات الطاقات المتجددة، أو إضافة رسوم ضئيلة على الفاتورة الشهرية لمستهلكى الطاقة يُحصل عائدها لصالح دعم الطاقات المتجددة. إلا أننا لا نخفى ما تعانيه كل من البرتغال، وأيرلندا، وإسبانيا جراء الالتزام بتعريفة تغذية مع المستثمرين، وضعت على كاهل هذه الدول أعباء اقتصادية، زحف بها -مع الركود المالى الذى شهدته الأسواق- إلى حافة أزمة اقتصادية حادة، لتصرخ طلبا لتمويلات بنكية سريعة هربا من الإفلاس، وهو ما حدث بالفعل فى اليونان. فمع القلق بشأن إمكانية عدم تأثير حزمة الإنقاذ المالي الدولية لليونان، والمقدرة بنحو ١١٠ مليارات دولار دول منطقة اليورو فى محاولة لمنع انتشار الأزمة إلى الدول المدينة في منطقة اليورو، تراجع اليورو ليصل سعر صرفه إلى ١,٣ دولار، وقامت وكالة التصنيف الأمريكية ستاندرد آند بورز بتخفيض التصنيف الائتماني لكل من اليونان والبرتغال يوم ٢٧ أبريل ٢٠١٠، ثم تصنيف إسبانيا يوم ٢٩ من الشهر نفسه، مما يشير إلى اتساع رقعة الأزمة ولتعلن إسبانيا فى يناير ٢٠١٢ عدم قدرتها على شراء طاقة متجددة طبقاً لآلية تعريفة التغذية، وهو ما يترجم الوضع الاقتصادى السيئ لهذا البلد.

فى بداية التسعينات كان هناك أربع شركات مرافق كبرى تسيطر على سوق إنتاج الكهرباء ونقلها فى ألمانيا، مثلت فى ذلك الوقت مركزاً قوياً ضاغطاً ومتحكماً

فى آليات السوق، فعند تطبيق تعريفة التغذية اعترضت هذه الشركات متعللة بأن تعريفة التغذية تضع على كاهلها أعباء إضافية، ومع إصرار الحكومة الألمانية على تطبيق تعريفة التغذية يقينا أنها سوف تؤدى إلى نقلة نوعية فى سوق الطاقة المتجددة، بدأت حرب خفية من جانب هذه الشركات، إذ كان يتعين على صغار منتجى الكهرباء من مصادر متجددة نقل الكهرباء المنتجة عبر الشبكة، وحيث إن الشبكة كانت مملوكة لهذه الشركات الكبرى لم تكن تسمح لكافة المنتجين بنقل الكهرباء، مما هدد صغار المنتجين من الاستمرار فى سوق الطاقة المتجددة، وأوجد ممارسة احتكارية من جانب الشركات العملاقة، لتضع الدولة حدا لهذا الوضع بفصل إدارة الشبكة الكهربائية عن شركات الإنتاج.

ولا يعد هذا الوضع فريدا فى ألمانيا، فقد تكرر فى ولاية بنسلفانيا الأمريكية، وأيضا فى الدانمارك التى خصخصت شركات نقل الكهرباء فى أوائل التسعينات مع هوجة الخصخصة التى اجتاحت العالم عن طريق نقل الملكية العامة أو إسناد إدارتها إلى القطاع الخاص، وبفشل سياسة الخصخصة أعادت الدولة ملكية شركات النقل إليها. أما فى مصر فيتضمن الهيكل المؤسسى لقطاع الكهرباء شركة واحدة لنقل الكهرباء، ليعطى ذلك الوضع ميزة للقطاع تمكنه من تطبيق تعريفة التغذية بيسر دون المرور بتعقيدات شهدتها دول أخرى.

وعلى كل من المدى القصير والمتوسط، يعد إدخال التسعير الرشيد للكهرباء المولدة من المصادر المختلفة أمرا جوهريا من جانب شركات المرافق، خاصة في البلدان التي تمر بمراحل انتقالية، ولا تزال تواجه بشكل مؤثر من جانب المستهلكين عدم الترحيب بدفع أسعار جادة تعبر عن قيمة الطاقة التى يحصلون عليها. كما أن حمى المنافسة الدولية بين الشركات وبعضها تحد من إيجاد قدرة وطنية مستقلة لمشاكل تسعير الطاقة، وهناك دول تنظر للضرائب الخضراء على أنها جزء من استراتيجية المواجهة، إلا أن تحول عمليات التسعير إلى أمر ذى بعد اجتماعى قد يضع عوائق أمام الكثير من الجهات الرسمية فى وضع أسعار تعبر عن قيمة الطاقة، حيث تفضل بعض هذه الكيانات توفير التمويل اللازم من مصادر أخرى مثل الضرائب.

إن دعم إنتاج الإيثانول يكلف دافعى الضرائب الأمريكيين ٦ مليار دولار سنويا، بالإضافة إلى تحريكه لأسعار الغذاء عاليا، فكلما زاد إنتاج الإيثانول، انخفضت كمية

الذرة التى تغذى الماشية أو الإنسان، ليرتفع سعرها عالميا فى العام الأخير حوالى ٤٠٪، إن العنصر الحاسم فى سياسات الإيثانول هى خفض الاعتماد على الوقود الإحفورى، بغض النظر عن تكلفته، هذا وتمارس الحكومة الأمريكية ضغوطا على شركاتها حتى تخلط وقود البنزين بنسبة من الإيثانول.

وعلى الرغم من تطبيق تعريفة التغذية فى نحو ثمانين دولة، بأساليب تختلف من مكان لآخر إلا أن التناغم فى قانون التغذية الألمانى الذى ينص بوضوح بحق أى مواطن ينتج كهرباء من مصدر متجدد فى الحصول على مقابل مادى محدد ومعلن، كان بمثابة النموذج الأشهر الذى حاكاه العديد من البلدان، خاصة بعد أن ظهرت آثاره على مدى العقدين الماضيين فى ريادة التكنولوجيا الألمانية عالميا، وتصدر ألمانيا تلك المجالات مما فتح سقف الاستثمار فيها، فلا توجد حدود قصوى للقدرات المراد تركيبها سنويا حتى إذا ما تحققت لا يحصل المستثمر على منفعة، بل على العكس تم دعوة الجميع للمشاركة فظهرت إلى صناعة مستقرة ومستثمرين جادين، فالاستقرار يأتى عندما تتسم السياسات بالوضوح والبساطة ليأتى معها الازدهار والجاذبية للاستثمار.

وقد يؤدى تطبيق هذه السياسة إلى تحميل ميزانيات الدول بأعباء مالية كبيرة، وهو ما يدعو بعض الحكومات إلى رصد القروض البنكية قليلة الفائدة لمشروعات الطاقات المتجددة، أو فرض رسوم ضئيلة تمثل نسبة من الفاتورة الشهرية لمستهلكى الطاقة يُحصل عائدها لصالح دعم مشروعات الطاقات المتجددة.

## الفصل السابع

### وقود من الشمس والهواء

يحتوى التراث الشعبى المصرى على أوصاف لأولئك الذين يمتلكون قوى خارقة، منها أنهم يستطيعون الطيران وعبور البحر بقفزة واحدة، ومن ذلك قولنا «سأذهب له طيرانا»، وإلى جانب ذلك يوصف الأريب البارع القادر على عمل أى شئ يخطر على البال، والاستفادة من أى شئ حوله، بقدرته على تعبئة الشمس فى زجاجات، ولنا أن نتصور تعبئة الشمس -المصدر الأم للطاقة- فى عبوات تسمح بتداولها للأغراض المختلفة شريطة وجود سوق لتلك المنتجات.

كان ذلك التصور التراثى فى الزمن القديم شطحاً فكرياً، ليس له أثر على أرض الواقع، لكن لتكنولوجيا اليوم رأى آخر، فقد أصبح فى الإمكان تعبئة الشمس فى عبوات تختزن الطاقة، وأصبح الشطح الفكرى واقعاً ملموساً لا يثير الدهشة التى كانت تظهر من قبل، فنحن الآن نمتلك القدرة على شحن بطارياتنا بطاقة تنبع من جوف الشمس!!.

يستفيد الإنسان من الطاقة الشمسية بحوالى ١٪ من احتياجاته من الطاقة، لذا فهى أقل مصادر الطاقة مشاركة فى توفير احتياجاتنا، يأتى هذا على الرغم من كون الشمس المصدر الرئيسى للطاقة على كوكب الأرض، ويشمل سوق الطاقة الشمسية كافة الأنظمة ذات العلاقة ابتداء من السخانات الشمسية للمياه إلى توليد الكهرباء بالخلايا الفوتوفلطية أو المركزات الشمسية. وتتميز الطاقة الشمسية بإمكانية إدماجها فى تطبيقات عدة، فالخلايا الفوتوفلطية توفر الطاقة للمنازل فى المناطق

النائية غير المتصلة بالشبكة الوطنية للكهرباء، وتنير الطرق والعلامات المرورية، أما الطاقة الحرارية من الشمس فتسخن المياه للأغراض المنزلية والصناعية وأيضا فى إنتاج الكهرباء، ويقصد بالطاقة الحرارية الاستفادة من حرارة الشمس بداية من تسخين السوائل حتى تحويلها إلى بخار.

وقد ورد فى كتب التاريخ قصة حرق أرشميدس الأسطول الرومانى فى الحرب التى اندلعت عام ٢١٢ ق.م. عن طريق تركيز الإشعاع الشمسى على السفن الرومانية بواسطة المئات من الدروع المعدنية، تشير هذه القصة -رغم الجدل بشأن حقيقتها- إلى الطاقة الهائلة المدمرة التى يمكن الحصول عليها من الشمس، وفى العصر البابلى كانت نساء الكهنة يستعملن آنية ذهبية مصقولة كالمرايا لتركيز الإشعاع الشمسى للحصول على النار، كما قام علماء أمثال تشرنهوس وسويز ولافوازييه وموتشوت وإريكسون وهاردنج وغيرهم باستخدام الطاقة الشمسية فى طهو الطعام

وتوليد بخار الماء وتقطير الماء وتسخين الهواء، كما أنشئت فى مطلع القرن العشرين أول محطة عالمية للرى تعمل بالطاقة الشمسية -تحديدا عام ١٩١٣- فى ضاحية المعادى بالقاهرة، حيث كانت تعمل لمدة خمس ساعات فى اليوم.

تُعرف الشمس على أنها كرة هائلة من الغازات الساخنة، وهى أقرب النجوم إلينا وبدونها لا تستمر الحياة على كوكب الأرض، وبنسب الوزن نجد أن الهيدروجين يمثل ٧٠٪ والهليوم ٢٥٪ والكربون والنيتروجين والأكسجين ١,٥٪ لكل منهم، وتمثل باقى العناصر ٠,٥٪. تصل درجة حرارة الشمس إلى خمسة آلاف درجة مئوية على السطح وحوالى ١٥ ألف درجة مئوية فى اللُب (المركز)، ومتوسط المسافة بينها وبين الأرض ١٥٠ مليون كيلو متر يقطعها ضوء الشمس فى ثمانى دقائق ونصف، أما قطرها فيبلغ ١,٤ مليون كيلو متر أى أنها أكبر من كوكب الأرض ١٠٩ مرة بما يجعلها تتسع لحوالى مليون كوكب فى حجم الأرض.

يتحول الهيدروجين إلى هليوم فى اللب، حيث يعمل فرق درجات الحرارة بين اللب والسطح على طرد الطاقة الناتجة إلى خارج الشمس فتخرج فى شكل إشعاع (ضوء)، ويطلق على هذه المنطقة منطقة الإشعاع «Radiation Zone»، يلى ذلك الجزء منطقة الحَمْل «Convection Zone» والتى يعلوها الغلاف الضوئى، وهو الجزء الذى نراه من مكاننا على كوكب الأرض، ويبلغ سمكه مئات الكيلو مترات ويصدر عنه طاقة تخرج فى شكل أشعة مرئية.

تستخدم الطاقة الصادرة من الشمس فى العديد من الاستخدامات اليومية، فضوء الشمس يساعد النباتات على أن تنمو، والحيوانات تأكل النباتات لتستفيد من الطاقة الكامنة بها وتحولها إلى طاقة تستفيد منها، كما أن النباتات والحيوانات التى ماتت ودفنت منذ ملايين السنين تحولت إلى فحم وبترول وغاز طبيعي، ونحن نستخدمها اليوم فى تسيير المركبات والآلات، إذا فالوقود الإحفورى هو فى حقيقته ضوء شمس أُختزن لملايين السنين.

**برواز: (٩)**

**«الجلال لك يا من أتيت ...**

**أيها الإله رع لقد توجت ملكا...**

**وأمك نوت تعظمك بكلتا يديها ...**

**وأن أرض مانو تستقبلك بالرضا ...**

**والإلهة ماعت تحضنك فى الصباح والمساء ...**

**....**

**....**

**التحية لك أيها الواحد خالق البشر وصانع آلهة الجنوب والشمال والشرق والغرب ...**

**الذى تضع الأرض والسماء فى الميزان ....**

**وتمنح بسخاء وجبات الطعام(١٢٥)»**

**مقاطع نقشت على بردية فرعونية من مقدمة كتاب «الموتى»، عثر عليها عام ١٨٣٠ وهربت إلى لندن لتستقر بالمتحف البريطاني، ويعد إله الشمس رع من أقدم الآلهة المصرية وأعظمها فى ذلك الوقت، إذ عُبد فى مصر منذ عصور ما قبل الأسرات، ونظر إليه المصريون للعلاقة المباشرة بينهم وبين الشمس التى مثلت أكثر المظاهر الطبيعية فائدة لهم، فهى مصدر الضوء الذى يبدد ظلام الليل، والحرارة الضرورية لكل كائن حي، فَعُبِدت الشمس فى رمز الإله رع.**

تنوعت تطبيقات الطاقة الشمسية فى حياتنا اليومية، وفى سبيل ذلك يبذل الباحثون وذوو الأفكار الجريئة جهودا حثيثة لإدماجها فى العديد من مناحى الحياة، فابتكرت آلات حاسبة بحجم بنان، وساعات صغيرة، وكشافات إضاءة تشحن بطارياتها بضوء الشمس، ثم قفزت أحلامهم وطموحاتهم لتصنع سيارات شمسية، تقام لها سباقات دورية فى بلدان عدة، بحثا عن التطوير والمنافسة، وأملا فى استخدامها كبديل لسيارات البنزين والسولار، ثم صممت الطائرة الشمسية وحلقت على مدار

٢٤ ساعة مستقية طاقتها من الشمس، وأخيرا يبذل العلماء فى قطر جهودا مضنية أملا فى تسيير سحب بالطاقة الشمسية تلطيفا لصيف تصل حرارته إلى الخمسين درجة مئوية، ينتظر أن تلعب خلاله مباريات كأس العالم ٢٠٢٢ التى تستضيفها قطر -إن شاء الله.

من جهة أخرى، تسقط أشعة الشمس على سطح الأرض والبحار والمحيطات بنسب متفاوتة، فعند سقوط أشعة الشمس على سطح الأرض يتأثر الغلاف الجوى ويسخن الهواء مما يؤدى إلى انخفاض كثافته، وتبعا لذلك ينتقل الهواء من منطقة الضغط المرتفع، حيث يقل الإشعاع الشمسي، إلى منطقة الضغط المنخفض، حيث الإشعاع الشمسى الأكثر- وهو ما يؤدى إلى نشوء الرياح. استخدمت طاقة الرياح منذ آلاف السنين فى دفع المراكب على سطح الماء وطحن الحبوب والرى إلى جانب بعض التطبيقات الميكانيكية الأخرى. وتشير المراجع العلمية والمخطوطات التاريخية إلى أن الفُرس هم أول من استخدم طاقة الرياح فى إدارة طواحين الحبوب ومضخات المياه. ومنذ القرن الثانى عشر انتشرت طواحين الرياح «Wind Mills» فى أوربا حتى وصل عددها فى عام ١٧٥٠ إلى أكثر من ثمانية آلاف طاحونة فى هولندا وأكثر من عشرة آلاف فى إنجلترا، كان الغرض الرئيسى لعملها هو ضخ المياه من المناطق المنخفضة إلى مناطق الزراعات العالية، وإدارة أحجار الرحى الثقيلة لطحن حبوب القمح والذُرة وعصر الثمار وغيرها من الأعمال المرتبطة بالريف.

تراجع الاعتماد على طواحين الرياح بعد اختراع جيمس وات للآلة البخارية فى نهاية القرن الثامن عشر، ساعد على ذلك استكشاف البترول بكميات كبيرة سمحت باستخدامه بأسعار منخفضة، فاقتصر استخدام طواحين الرياح على المجتمعات الزراعية التى وجدت فيها وسيلة تربطهم بتراث الأجداد فى طحن الحبوب، وعصر الفاكهة، ورى الأرض، وعلى التوازى كان العلماء مشغولون بتطوير الطواحين وتحويلها إلى توربينات قادرة على استولاد الكهرباء من الرياح، إلا أنها كانت مكلفة فى ذلك الوقت، يضعف من موقفها رخص البترول وتوافره، وبزيادة التقدم التكنولوجى وارتفاع

الطلب على البترول ودخوله دوائر الصراع السياسى والحربى ارتفعت أسعاره، ليعود الاهتمام بطاقة الرياح وغيرها من المصادر المتجددة كمصدر للطاقة النظيفة يمكنها المساعدة فى مكافحة المشاكل البيئية الناتجة عن حرق الوقود الإحفوري، وقد وصلت التكنولوجيات خلال العشرين عاما الأخيرة إلى مستوى عال من النضج ظهر فى جودة أنظمتها وانخفاض تكلفة الإنتاج، حتى دخلت فى العديد من التطبيقات الحياتية، إنه حقا وقود من الشمس والهواء !!.

## المشهد الراهن

إن حظنا –نحن أبناء اليوم– من الشمس أقل بكثير من حظ أجدادنا، إننا نعيش اليوم فى معزل عن الشمس، تحجبنا غرف الإسمنت، وميلنا إلى العزلة، نوقد أنوارنا الاصطناعية ونسدل الستائر على نوافذنا، تحملنا سياراتنا التى لا يسمح زجاجها بنفاذ ضوء الشمس، فى رحلة روتينية من صندوق إسمنتى إلى آخر، فهذا منزل، وذاك محل عمل، وذلك منتدى نقصده لقضاء بعض الوقت مع أصدقاء، أو أصحاب عمل، أو غير ذلك، لنعود إلى حجراتنا الإسمنتية فى نهاية اليوم، مهدودين مكدودين نحلم بشعاع شمس، ولشخص مثلى –يتمنى أكثر مما يفعل– أنظر بشئ من غبطة وقليل من حسد إلى أولئك الذين يستطيعون أخذ قسط يومى من السير أو الجرى فى ضوء الشمس.

وفى ظل هذه الأجواء التى تصبغها تقنيات حديثة تدفعنا نحو الوحدة والعزلة، تشارك تقنيات الشمس على استحياء، وبخاصة فى الدول النامية، فقلما نرى فى تلك الدول انتشارا لأنظمة تسخين شمسية، إلا من بعض مشروعات يردف اسمها بلفظة «ريادية»، لا لشئ إلا استباقا لكونها مشروعات أقيمت لاستجلاب الخبرة وليس النجاح، مشروعات لا تملك القدرة على تكرارها ونشرها على مستوى تجارى. غنى عن الذكر أن جل المشروعات الريادية التى تنتشر بالبلدان النامية تمول من مصادر خارجية، فى شكل مساعدات تهدف إلى رفع مستوى المعيشة، وبدء نشر تلك التقنيات فى البلدان النامية، وفتح أسواق خارجية للمنتجات الأجنبية، إلا أن السخانات الشمسية التى تتميز بانخفاض مستواها التكنولوجى قليلا ما تجد الأسواق المحلية

التى تتبناها، وخاصة بعد انتشار التقنيات الصينية والتركية التى تتميز بكفاءة عالية، وجودة، وجاذبية فى الشكل، فمصر التى بدأت فى الثمانينات برنامجاً وطنياً لنشر ألف سخان شمسى استوردتها الدولة وتم تركيبها فى المدن الجديدة، لم يكتب لتجربتها «الريادية» أن تتطور وتتحول إلى قيمة مضافة لأنها لم تخرج فى حماية قوانين تلزم كل صاحب وحدة سكنية استخدام السخانات الشمسية بدلا من تلك الكهربائية والغازية، خاصة وأن سعر السوق لا يقف فى صف السخان الشمسى الذى يبلغ سعره حوالى أربعة أضعاف نظيره الغازى. يأتى هذا على الرغم من قيام عدد من المستثمرين بإنشاء خطوط إنتاج سخانات شمسية، جاهدت كثيرا حتى تستمر، لكن كثيراً منها لم يستطع المنافسة مع المنتجات المستوردة من الصين، فتحول بعض من هذه الشركات إلى وكلاء لاستيراد تلك النظم، وانخفضت مشاركة التصنيع المحلى فى منتج لا يحتاج إلى تكنولوجيا متقدمة، ولكنه يحتاج -فى كل مصنع يقام- إلى وحدة للبحث والتطوير، تهتم بتوطين صناعته، وبحث سبل خفض التكلفة، ورفع الكفاءة، ومواءمتها مع طبيعة كل بلد وهو ما يغيب عن كثير من البلدان النامية، التى ما زال الكثير منها ينظر إلى أعمال البحث والتطوير على أنها كلفة استثمارية يمكن التخفف منها، وترف لم يأن أوانه بعد !!.

على النقيض، بدأ إقليم برشلونة فى إسبانيا فى مارس ٢٠٠٧ تطبيق قانون يلزم كل من يقدم على تشييد عقار أو تجديد مبنى بإنشاء وحدات تسخين شمسية، وذلك فى إطار جهود الإقليم فى الحد من الطلب المتزايد على الطاقة، وبنجاح التجربة، أعلنت الحكومة الإسبانية فى عام ٢٠٠٩ بدء الالتزام بهذا القانون لعموم المملكة، وطبقا لتقديرات حكومية، ينتظر أن توفر تلك النظم نحو ٥٠٪ من الطاقة اللازمة لتسخين المياه فى المبانى السكنية، أما المبانى غير السكنية الجديدة مثل الأسواق والمستشفيات، فسوف تحتوى على خلايا فوتوفلطية لتوليد جزء من الطاقة الكهربائية التى تحتاجها. ويسرى القانون الجديد على حوالى أكثر من نصف مليون منزل يتم إنشاؤها سنويا فى البلاد، فيما ترغب الحكومة الإسبانية فى زيادة مساحة استخدام

الطاقة الشمسية فى البلاد، وقد رافق هذا التوجه تطوير كود البناء «Building Code» المحدد لمعايير مبانى تستهلك قدرا أقل من الطاقة فى الإضاءة، والتدفئة، والتبريد، لتواكب متغيرات العصر ومتطلباته من حيث استخدام المواد العازلة فى البناء، وتحسين مستوى صيانة أنظمة التسخين والتبريد، وزيادة الاعتماد على الإضاءة الطبيعية فى تصميم المباني، وهو ما يهدف إلى توفير الطاقة بنسبة من ٣٠ إلى ٤٠٪ فى كل مبنى، وتقليل انبعاثات ثانى أكسيد الكربون الناتج عن استهلاك الطاقة بنسب تتراوح من ٤٠ إلى ٥٥٪. وفى حين يرى بعض المتخصصين أن المعايير الجديدة سوف ترفع تكلفة المبانى بنسبة ١٢٪، إلا أن المسئولين يؤكدون أنها لن تتجاوز ١٪ تعوض من وفورات مصروفات الطاقة، وعلى الرغم من تلك الإجراءات، تحل إسبانيا فى مرتبة الوصيف بقائمة استخدام الطاقة الشمسية فى أوربا مقارنة بشريكتها فى الاتحاد الأوروبى ألمانيا.

وعلى الجانب الأيسر من الكرة الأرضية تعمل كاليفورنيا باجتهاد فى مجال الطاقة النظيفة وترشيد الطاقة، فالخطوات الفارقة التى اتخذتها الولاية خلال تولى السينمائى أرنولد شوارزرينجر حكم الولاية قرابة الثمانى سنوات بدأت فى عام ٢٠٠٣، حسنت من صورة أمريكا البيئية فى أعين العالم، خاصة بعد رفض إدارة الرئيس بل كلينتون التصديق على بروتوكول كيوتو لمكافحة التغيرات المناخية والتزام أمريكا بخفض انبعاثاتها من غازات الدفيئة، ثم ترويج الموالين لخلفه جورج بوش أن التغيرات المناخية محض خرافة، وأن ما يحدث فى العالم الآن ليس سوى سلسلة من الإجراءات والدورات الحياتية التى تمر بالأرض، سبق وأن مرت بها فى فترات زمنية سحيقة، وبقدر تحسن الصورة الأمريكية على يد الرئيس باراك أوباما الذى أعلن فى برنامجه الانتخابى عن «طاقة جديدة لأمريكا» تضمنت حزم تشجيع للطاقات البديلة يتم تنفيذها على مرحلتين الأولى خلال عشر سنوات والأخرى حتى عام ٢٠٥٠، فولاية كاليفورنيا التى يبلغ إجمالى قدراتها المركبة ٥٥ جيجاوات، تشارك فيها طاقة الرياح بما يعادل ٧,٣٪، تستهدف الوصول بإجمال القدرات المركبة التعاقدية من المصادر

المتجددة بحلول عام ٢٠٢٠ إلى ٣٣٪، أيضاً حققت الولاية وفراً -غير مسبوق- فى استهلاك الطاقة عام ٢٠٠٦ بلغ ١٦٥ تيراوات ساعة مثلت ثلث احتياجاتها من الكهرباء دون أن تتأثر الخدمات المقدمة للمستهلكين من حيث الكميات المطلوبة وجودتها.

وتهدف ملامح الاستراتيجية الأمريكية للطاقة إلى تحقيق الاستقلال النفطى الذى يعد أحد أكبر التحديات التى تواجهها الولايات المتحدة، وذلك بالعمل على محورين، الأول أهداف يتم تحقيقها خلال مدة لا تتجاوز عشر سنوات والأخرى على المدى الطويل -حتى عام ٢٠٥٠، وتشمل الأهداف المرجو تحقيقها على المدى القصير تأمين توليد ١٠٪ من الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة بحلول عام ٢٠١٢، والمساعدة فى إيجاد خمسة ملايين وظيفة جديدة من خلال استثمار ١٥٠ مليار دولار لدعم برامج الطاقة النظيفة، وتأمين كمية من النفط أكبر من إجمالى المستورد حالياً من كل من الشرق الأوسط وفنزويلا معاً، وطرح مليون سيارة هجين «Hybrid Cars» تعمل بالكهرباء والبنزين، وتصل معدلات استهلاكها إلى نحو ٢٥٠ كيلومتر لكل جالون واحد من البنزين، وذلك بحلول عام ٢٠١٥، مع تقديم المساعدة للأسر الأمريكية -ذات الدخل المحدود- والتى تعد قيمة فاتورة الطاقة عبئا ماليا عليها، أما الأهداف بعيدة المدى فتهدف إلى تأمين ٢٥٪ من الطاقة الكهربائية من مصادر متجددة بحلول عام ٢٠٢٥، وتدبير غطاء اقتصادى واسع النطاق وبرنامج تجارى لخفض انبعاثات غازات الصوبة الزجاجية «Green House Gases» بنسبة ٨٠٪ بحلول عام ٢٠٥٠، يساند تلك الأهداف مصادر تمويل من صناديق مختلفة منها بنك التصدير والاستيراد «EXIM Bank» الذى يوفر تمويلات ميسرة، شريطة ألا تقل نسبة المكونات الأمريكية التى يتم شراؤها من هذا القرض عن ٣٠٪.

ومن التقنيات التى ظهرت حديثا على المستوى العالمى تأتى شركة سوليندرا «Solyndra» بتقنية جديدة لتصنيع وإنتاج الخلايا الفوتوفلطية فى شكل أنابيب أسطوانية يتم تركيبها فى مجموعات تكرارية قدرة كل منها ٢١٠ وات على الأسقف

التى يتم طلاؤها باللون الأبيض حتى تعكس الإشعاع الشمسي، وتستفيد هذه الخلايا من الإشعاع الشمسى العمودى الساقط على سطح الأنبوب، والإشعاع المشتت الساقط على الأسطح الجانبية للأنبوب، والإشعاع المنعكس المرتد من السقف إلى السطح السفلى للأنبوب، وقد قامت الشركة بتركيب ٢٠٠ ميجا وات فى مناطق مختلفة عالمياً، وهناك ٨٥٠ ميجا وات يتم إنتاجها لتركيبها فى مشروعات تم التعاقد عليها، وتشارك شركة مصدر الإماراتية فى ملكية الشركة التى يبلغ رأس مالها مليار دولار، ويحلم العاملون بالشركة التى لا يتدخل أحد فى عمليات تصنيع مكوناتها، حيث تدار كلها بأجهزة الكمبيوتر، حتى السيارات التى تحمل الألواح بعد الانتهاء من تصنيعها إلى المخزن، لا تحتاج إلى سائق يقودها ولا عامل يضع عليها الألواح أو ينزلها من عليها، يحلمون بانتشار هذه التقنية فى أنحاء العالم.

أيضا، تعتبر تجربة سخانات المياه الشمسية فى تونس إحدى التجارب الناجحة على المستوى العربى، فعلى أثر التعاون المشترك بين الحكومة التونسية ومرفق البيئة العالمى والحكومة البلجيكية فى عام ١٩٩٥ أُطلق برنامج لدعم تركيب سخانات المياه الشمسية مع تقديم منحة مالية بنسبة ٣٥٪ من التكلفة الرأسمالية للسخان مع تقسيط القيمة الباقية على سبع سنوات تسدد مع فاتورة الكهرباء، مما ساعد على نشر هذه السخانات فى تونس وإقامة سوق وصناعة محلية أمكن من خلالها توطين صناعة سخانات المياه الشمسية، وعلى مستوى نسبة التركيب لكل فرد، احتلت قبرص ببداية عام ٢٠٠٩ المركز الأول بنحو ٥٢٧ كيلو وات حرارى لكل ألف فرد، تليها إسرائيل التى تنتشر فيها السخانات الشمسية للمياه لحوالى ٨٠٪ من المنازل، ثم النمسا فى المركز الثالث، وعلى الرغم من انخفاض معدلات نمو التطبيقات الشمسية فى الدول العربية نجد أن بعض الشركات العالمية العاملة فى تصنيع نظم الخلايا الفوتوفلطية يساهم فى تمويلها رءوس أموال عربية مثل آرامكو ومصدر الإماراتية اللتين تشاركان بحصص استثمار فى كل من Frontier، وسوليندرا، على الترتيب، وهو ما يدعو للتساؤل عن أسباب اتجاه مثل هذه الكيانات العملاقة للاستثمار فى الخارج، وعن الحاجة إلى تهيئة مناخ استثمار وطنى وإقليمى مقرونا بسوق ذى معدلات طلب متصاعدة بتلك الدول.

لقد يسرت القرارات السياسية والتنظيمية فى ألمانيا التى أقرت فى التسعينيات –على المواطن العادي– وضع أنظمة شمسية فوق أسطحهم، بل جعلته عملاً مربحاً يدر دخلاً أعلى من تلك التى تعطيها البنوك، حتى بعد خفض قيمة المقابل المالى من ٣٩ إلى ٣٥ سنت يورو لكل كيلووات ساعة من الخلايا الفوتوفلطية.

وتتميز الخلايا الفوتوفلطية بقدرتها على إنتاج الكهرباء دون الحاجة إلى أجزاء دوارة يصعب صيانتها، فلا تروس تتآكل، ولا أعمدة دوران تحتاج إلى تزييت، ولا ريش توربينات تتصدع، كل هذه المزايا أوجدت للخلايا الفوتوفلطية قبولا لدى قطاعات مختلفة، ليتفتق ذهن الإنسان عن اتخاذها غطاء يكسو سطح سيارته فتستقبل أشعة الشمس وتحولها الى طاقة كهربائية، تمر عبر دوائر تحكم بما يناسب المحرك فتدير عجلات عربة، روعى فى تصميمها خفة الوزن والمتانة، ومن الأرض إلى السماء، حلقت الطائرة الشمسية بجناحين يبلغ طولهما ٦٠ مترا، تغطيهما ١٢ ألف خلية فوتوفلطية، لتغذى أربعة محركات قوة كل واحد منها عشرة أحصنة، تشحن بطاريات ليثيوم تكفى لتشغيل الطائرة مساء.

لقد دخلت الطاقة الشمسية إلى المجالات الصناعية سواء لتسخين المياه أو إنتاج البخار للعمليات الصناعية المختلفة مثل عمليات التبييض والصباغة فى مصانع النسيج، إلى جانب استخدامها فى تجفيف الحبوب، وتحلية المياه، وهو ما يجعلها تكنولوجيا ذات قبول فى الدول التى تعانى من شح المياه، ومع إمكانية الوصول بدرجات الحرارة إلى إنتاج بخار عند ضغوط مرتفعة أمكن استخدام الطاقة الشمسية الحرارية فى إدارة توربينات بخارية أو توربينات الدورة المركبة لإنتاج الكهرباء.

### طقس غائم ... وسوق واعد

تصنع السخانات الشمسية فى عدة أحجام لتلبية الاحتياجات من المياه الساخنة حسب درجات الحرارة المطلوبة سواء أكانت دافئة (أقل من ٥٠ درجة مئوية) لحمامات السباحة أو ساخنة (من ٦٠ –٨٠ درجة مئوية) للاستعمال المنزلى، ويعد السخان الشمسى المسطح أبسط تلك التصميمات، فهو عبارة عن صندوق معدنى معزول ذى

غطاء من الزجاج العادى أو البلاستيك الشفاف بداخله لوح ماص للحرارة -غالبا ما يطلى باللون الأسود- من النحاس أو الألمونيوم يمتص حرارة الشمس، بداخله شبكة أنابيب يمر بها الماء أو الهواء المراد تسخينه، ومن هذا التصميم المبسط ابتكرت التصميمات الأخرى مثل تلك المزودة بأنابيب مفرغة تعطى درجات حرارة أعلى من السخانات التقليدية، وسخانات الهواء الشمسية لتجفيف المحاصيل الزراعية وتدفئة المنازل بالهواء الساخن.

استخدمت سخانات المياه الشمسية فى عام ١٨٩٠ بالولايات المتحدة لأول مرة، لتثبت أنها الأفضل مقارنة بتلك التى تحرق الخشب والفحم، وقد بيع منها فى عام ١٩٢٠ حوالى ١٠ آلاف وحدة، سمحت بأن يتوقع لها الكثيرون مستقبلاً واعداً، تنمو فيه تطبيقاتها، فتسخن المياه لاحتياجاتنا المنزلية، وخاصة فى مناطق مثل كاليفورنيا، حيث معدلات إشعاع شمسى مرتفع، وبدأ الكثيرون من أرباب العمل المهنى فى إنشاء ورش خاصة لتصنيع تلك السخانات، بل والتفكير الدائم فى كيفية رفع كفاءتها والاعتماد عليها بشكل رئيسي، وفى ظل هذا المناخ المتفائل تبدد كل شئ باكتشاف كميات كبيرة من البترول والغاز الطبيعى فى غرب الولايات المتحدة تبدد معها مستقبل نظم التسخين الشمسى، وبظهور هذه الأنواع من الوقود استبدلت الأنظمة الشمسية بأخرى تعتمد على الوقود الإحفوري، سمحت للمستخدمين بالحصول على درجات حرارة عالية فى وقت قصير، فانهالت طلبات الشراء على تلك النظم الجديدة، واستبدلت النظم الشمسية العتيقة بأخرى حديثة تعتمد على البترول والغاز الطبيعى، غير مبالين بما تنفثه فى الجو من عوادم وملوثات.

وقد انتشرت تقنيات تسخين المياه بالطاقة الشمسية فى العديد من الدول، فالصين، وألمانيا، وتركيا، والبرازيل، والهند فى مقدمة الدول التى تنتشر فيها هذه التقنية، وإن اختلفت نسب التطبيق فيما بينها، فالصين وحدها تستحوذ على حوالى ٧١٪ من أنظمة التسخين الشمسى، يليها الاتحاد الأوربى بدوله السبع وعشرين بحوالى ١٢,٣٪ وذلك فى عام ٢٠٠٨، وفى عام ٢٠١٠ ارتفع معدل التركيبات على المستوى

العالمى إلى ٢١٪ عن مثيلتها فى عام ٢٠٠٩ ليصل إلى حوالى ١٨٥ جيجاوات حرارى، وذلك دون أخذ نظم تسخين حمامات السباحة فى الاعتبار، وقد أضافت الصين وحدها ٢٩ جيجاوات حرارى أى ما يعادل ٤٢ مليون متر مربع، بزيادة مقدارها ٣٤٪ عما كانت عليه فى العام السابق.

ففى ألمانيا تمطر السماء على مدار العام، وتحجب السحب أشعة الشمس أغلب ساعات النهار، ومع ذلك استطاعت ألمانيا أن تصبح أكبر مولد للطاقة الكهربائية من ضوء الشمس، تساهم فى توليد ٣٪ من كهرباء ألمانيا، يحدث هذا فى الوقت الذى تتوافر فيه الشمس فى دول الجنوب لكن دون تنميتها وتحويلها إلى قيمة مضافة فى شكل طاقة كهربائية أو حرارية نظيفة، وبازدهار الصناعة امتلكت ألمانيا حصة صادرات قوية، تنمو سنويا وينمو معها الآلاف من فرص العمل، ويرجع السبب الرئيسى لهذه الطفرة إلى القانون الذى يعطى حوافز نقدية لمن ينتجون طاقة متجددة، ويدعم اتجاه ألمانيا إلى التقنيات العالية ارتفاع معدلات تصديرها، إلى جانب المساهمة فى محاربة التغيرات المناخية، وعلى المستوى الوطنى يحصل أصحاب المنازل والمزارعون وغيرهم على دعم حكومى نظير امتلاكهم وحدات خلايا فوتوفلطية لإنتاج الكهرباء، ليجد فيها الباحثون مجالا خصبا للابتكار والإبداع.

وعلى الرغم من قوة سوق الاتحاد الأوربى فى مجال التسخين الشمسى للمياه إلا أنها انخفضت فى ٢٠٠٩ بنحو ١٢٪ عن العام السابق، بلغ إجمالى ما تم إنشاؤه فى ذلك العام ٣ جيجاوات حرارى تعادل قرابة ٤ مليون متر مربع، ليبلغ إجمالى مساحة المجمعات الشمسية بدول الاتحاد ١٢,٦ مليون متر مربع.

على جانب آخر، تشير بعض الدلائل عن تراجع السوق التركى للسخانات الشمسية كرد فعل لانخفاض الدعم الحكومى، وفرض ضريبة القيمة المضافة «Value Added Taxes, VAT»، والبدء فى مد خطوط أنابيب الغاز الطبيعى بما يجعل استخدام السخانات الغازية أكثر قبولا عن السخانات الشمسية يأتى ذلك بعد ما أنجزته القروض الحكومية منعدمة الفائدة فى نشر تقنية التسخين الشمسى للمياه فى القرى

التركية، وفى الهند يركب -فى المتوسط- حوالى ٢٠ ألف نظام شمسى سنويا، أما البرازيل فقد وصل معدل تركيباتها السنوية إلى ١٤٪، ليرتفع بإجمالى التركيبات إلى ٤ جيجا وات حرارى.

يشار إلى أن قطاع الطاقة الشمسية الحرارية قد شهد عام ٢٠١٠ نموا كبيراً وصل بإجمالى المنازل المركب بها تلك الأنظمة إلى ستين مليوناً، لتصل الطاقة الشمسية الحرارية المستخدمة للتدفئة والتسخين ١٨٥ تيراوات سنوياً، كما ينتظر أن يشهد نموا بنسبة ١٥ إلى ٢٠ ٪ سنويا فى الأعوام المقبلة.

**المركزات الشمسية**

تعتمد الاستخدامات الحرارية للطاقة الشمسية على تحويل الإشعاع الشمسى إلى طاقة حرارية عن طريق المركزات الشمسية، فإذا تعرض جسم داكن اللون إلى الإشعاع الشمسى ارتفعت درجة حرارته نتيجة امتصاصه أشعة الشمس، وهو ما يجعلنا نرتدى الملابس الفاتحة صيفا -حيث أقل معدل امتصاص للأشعة- والداكنة شتاء طلبا للدفء.

كما استلهم المهندسون إمكانية تكامل المركزات الشمسية مع محطات التوليد التقليدية للاستفادة بربط هذه النظم بالشبكة الكهربائية، وامتدت إبداعاتهم لتخزين الطاقة المنتجة بما يسمح بضخها فى الشبكة وقت الذروة، وتفادى الأحمال المفاجئة وتحويل الطاقة الشمسية المتغيرة إلى مصدر ثابت للتيار الكهربى، ولم تتوقف الابتكارات عند هذا الحد بل امتدت إلى إنتاج الكهرباء وتحلية مياه البحر فى نفس الوقت، ويتوقع أن تلقى هذه التقنية رواجا فى المستقبل القريب وخاصة فى الدول التى تعانى من شح المياه العذبة.

ومع تمتع الدول العربية بتوافر معدلات مرتفعة من الإشعاع الشمسى الكلى تتراوح بين ٤ إلى ٨ ك.و.س./م٢/يوم، مع غطاء سحب منخفض لا يزيد عن ٢٠٪ على مدار العام، توجد فرص عديدة لاستخدام التقنيات الشمسية المتوافرة حاليا بشكل فاعل، وسوف يزيد دور الطاقة الشمسية مع نمو أعمال البحث والتطوير والتى سوف تحولها إلى مصدر طاقة أكثر جاذبية يثق فيه المستهلكون.

يعود تاريخ استخدام المركزات الشمسية إلى تنامى أنشطة البحث والتطوير فى مجال الطاقة الشمسية بالولايات المتحدة نتج عنها إنشاء أول محطة شمسية حرارية لتوليد الكهرباء فى منطقة كرامر بولاية كاليفورنيا فى عام ١٩٨٥ بقدرة ١٣,٨ ميجا وات تبعها إنشاء ثمانى محطات بقدرات إجمالية ٣٤٠ ميجا وات استخدمت فيها تقنية مركزات القطع المكافئ، ومع أن المؤشرات كانت توحى بإمكانية تكرار التجربة مستقبليا إلا أن انخفاض الدعم الحكومى لهذه المحطات أدى إلى الدخول فى فترة ركود امتدت خلال التسعينات، وحاليا ومع تنامى قضايا المناخ والتغيرات المستمرة فى أسعار الوقود الأحفورى تعود تكنولوجيا المركزات الشمسية إلى الساحة مرة أخري، حيث تم إنشاء عدة محطات فى كل من أريزونا ونيفادا وكاليفورنيا لتقترب إجمالى القدرات فى أمريكا من ٧٠٠ ميجا وات

أيضا يعمل السوق الإسبانى فى الوقت الراهن بكفاءة عالية نتج عنها إنشاء عدد من المحطات الشمسية لإنتاج الكهرباء، يدعم ذلك آليات سوق تشجع على الاستثمار وقوانين تضمن للمستثمرين عوائد إيجابية على استثماراتهم، لينعكس ذلك فى تنفيذ عدد من المشروعات بمناطق مختلفة بإسبانيا.

وعلى مستوى السوق العربية بُدء فى إدخال نظم التوليد الشمسى الحرارى للكهرباء إلى حيز التطبيق فهناك ثلاث محطات تم تركيبها فى كل من مصر، والمملكة المغربية، والجزائر تختلف قدراتها وسبل تمويلها التى كان للبنك الدولى دور رئيسى فيها.

وتبين الاتجاهات الحالية للسوق تسيد تكنولوجيا مرايا القطع المكافئ حيث تستخدم فى نسبة كبيرة من المشروعات التى تم تركيبها، مستحوذة على ٥٠٪ من المشروعات المخطط تنفيذها مستقبليا، يلى ذلك تقنية برج القوى المركزى Central Power Tower الذى تدعمه شركة e-Solar الأمريكية مستخدمة إياه فى بناء محطة بولاية كاليفورنيا تخزن الكهرباء الناتجة منها على أن تفرغ فى الشبكة وقت الذروة. قالت لى إيمى المسئولة عن المحطة: «إننا نستفيد من السعر المميز لضخ

الكهرباء بالشبكة وقت الذروة، وهذا يحقق لنا عائدات مجزية تسمح بأن نخطط لزيادة قدرة المحطة مستقبليا»، إن نظم السوق وآلياته تعد المحرك الرئيسى للدفع بالتطبيقات الجديدة والمبتكرة بغية تعميمها ونشرها، خاصة أنها تحتاج إلى عمالة قليلة، فالمحطة التى تصل قدرتها إلى ٥ ميجا وات يقوم بإدارتها وتشغيلها وصيانتها ١٢ فرداً، إلى جانب بعض العمالة المؤقتة لتنظيف المرايا أسبوعياً.

ويركز مصنعو ومطورو المركزات الشمسية على الأسواق الأمريكية والإسبانية والتى تتميز سياساتها تجاه الطاقة المتجددة بالديناميكية والدعم الحكومى والشعبى، وينتظر تركيب العديد من المشروعات خلال السنوات القليلة القادمة لتسهم فى زيادة مشاركة الطاقة الشمسية فى إنتاج الطاقة ورفع مستوى الثقة بها بناء على استحداث تقنيات تجابه الطبيعة المتغيرة للإشعاع الشمسى لنحصل على طاقة مستقرة نظيفة آمنة. وتضمن اتفاقيات شراء الطاقة التى يوقعها المستثمرون مع شركات المرافق تحقيق أرباح جاذبة للاستثمار، تشمل عوائد التحوط ضد الكربون، والذى يحصل المستثمر بمقتضاه على عائد من الدولة نظير كل كيلو وات ساعة ينتج من مصدر متجدد نظيف، لا ينفث كربون.

**الخلايا الفوتوفلطية**

إذا كانت المركزات الشمسية تعمل على إنتاج كهرباء باستخدام الطاقة الحرارية من نظم تشمل مضخات وتوربينات ومولدات وأجزاء دوارة تتآكل مع الوقت، وتحتاج إلى تزييت وتشحيم، فإن الخلايا الفوتوفلطية لا تحتاج إلى كل هذه المعدات، فهى تحول ضوء الشمس مباشرة إلى كهرباء، لذا تستخدم على نطاق واسع فى العديد من التطبيقات المتنوعة ابتداء من الآلات الحاسبة «Calculators» وانتهاء بمركبات الفضاء «Spacecrafts».

أُنتجت الخلايا لأول مرة عام ١٩٥٠ حيث استخدمت فى الأقمار الصناعية الأمريكية مقلصة حجم خزانات الوقود، وقد تم تصنيع نماذج كثيرة من الخلايا الشمسية توفر الطاقة للتطبيقات المختلفة، الثابتة والمتنقلة دون استهلاك وقود وبقليل

من الصيانة، مما جعلها مناسبة لتشغيل نظم الاتصالات وفى إنارة الطرق والمنشآت بالمناطق النائية وفى ضخ المياه وغيرها. أيضا أنتجت بعض السيارات التجريبية التى تستخدم الخلايا الشمسية لتحويل ضوء الشمس مباشرة إلى طاقة يمكن من خلالها تسيير السيارات.

تُصنع الخلايا من السليكون -إحدى صور الرمل المنصهر- وتُصف الخلايا الشمسية مع بعضها البعض فى وحدات تكرارية لإنتاج الطاقة، وتوجد منها نماذج عديدة تسمح بتركيبها على أسطح المنازل لإمدادها بالكهرباء اللازمة مع إمكانية ضخ فائض الإنتاج فى الشبكة العامة للكهرباء، وتطبق العديد من الدول الأوروبية هذه الأفكار، وتشجع المواطنين على الاستثمار الصغير فى تلك الأنظمة، حيث تدر عليهم دخلاً جراء بيع الطاقة المنتجة من تلك الخلايا للشبكة، لينعكس بشكل مباشر فى خفض كلفة إنشاء محطات توليد لمواجهة تنامى الطلب المنزلى، كما تقوم بعض الدول الأوروبية بشراء الكهرباء من مواطنيها وتقايضهم على الكميات المستهلكة من شبكاتها الرئيسية مقابل المنتج لديهم.

لقد زادت نسبة إنتاج الخلايا الفوتوفلطية فى عام ٢٠١٠ بحوالى ٧٠٪ مقارنة بالعام السابق، حيث بلغ إجمالى القدرات المركبة ٣٠ ج.و. بنهاية العام، يصاحب ذلك ظهور بوادر مبشرة على استمرار النمو. لقد تأثر سوق الخلايا بما أقرته الحكومات من آليات تحفيز شملت تقديم منح بنسبة ثلث القدرة المركبة كما حدث فى الهند، وشراء الطاقة المنتجة بأسعار تضمن عائدات عالية للمستثمرين، وأيضا أصحاب المنازل الذين يركبونها فى مساكنهم فيستهلكون من إنتاجها ما يستهلكون، ويبيعون الفائض للشبكة بأسعار مجزية، كما فى ألمانيا وإيطاليا وجمهورية التشيك(١٢٦)، التى مثلت أكبر ثلاث أسواق عالمية للخلايا الفوتوفلطية خلال العام السابق.

كانت الوكالة الدولية للطاقة قد أعدت دراسة عن مستقبل الخلايا الفوتوفلطية أظهرت إمكانية ترويجها ونشرها على المبانى السكنية من خلال نشر شبكة للبيع بالتجزئة، ليطل سؤال: هل من الممكن أن تأخذ تلك التقنية مكانها عند تجار التجزئة

مثلها مثل الشبابيك والأبواب وكأى جزء آخر فى الأجهزة المنزلية؟، وهو ما يترجم إلى توافر شبابيك ذات ألواح فوتوفلطية بدلا من ألواح الزجاج التقليدية، يستطيع الزبائن الحصول عليها مباشرة من المحال المتخصصة، والاختيار من بين عدة تصاميم، أو طلبها بمواصفات وأبعاد تناسب المقاسات المتاحة فى وحداتهم السكنية والتجارية، وقد تكون الإجابة بالإيجاب إذا تم اتباع السياسات الصحيحة. لذا يجب البدء من الآن فى وضع السياسات التى تدعمها الحكومة و التى توجه الإعانات اللازمة فى هذا المجال.

ففى ٢٠٠٤ أصدرت ألمانيا قانونا للطاقة المتجددة ضمنت بموجبه للمستثمرين ربط مشروعاتهم بالشبكة وقدمت لهم تعريفة مميزة تختلف طبقاً للتكنولوجيا والقدرة وسنة البدء، روعى فيها أن تخفض سنوياً بما يعكس أثر التقدم التكنولوجى فى رفع كفاءة النظم وزيادة إنتاجيتها، والتعريفة المميزة مضمونة لمدة ٢٠ عاماً من بدء التشغيل.

وبصفة عامة تصنع هذه الخلايا من مادة بلورية سميكة كالسيليكون البلورى أو لابلورية رقيقة كالسيلكون اللا بلوري، أو مواد مترسبة كطبقات فوق شرائح من أشباه الموصلات. وتتأثر الكهرباء المولدة بشدة سطوع الشمس، وكذلك على كفاءة الخلية فى تحويل الطاقة الشمسية إلى طاقة كهربائية. ويمكن تخزين الطاقة الناتجة فى بطاريات حامضية مصنوعة من الرصاص أو قاعدية مصنوعة من معدنى النيكل والكادميوم، بتحويل التيار المستمر إلى تيار متردد يمكنه تشغيل الأجهزة الكهربائية المنزلية والصناعية.

أما اليابان فقد اعتمدت خارطة طريق لأبحاث الخلايا الفوتوفلطية تهدف إلى خفض تكلفة الإنتاج بنحو أربعة أضعاف خلال العشر سنوات القادمة، مع رفع كفاءة الخلايا المصنعة من السليكون البللورى، والرقائق العضوية، وتعمل وكالة تنمية الطاقة الجديدة والمتجددة «NEDO» اليابانية على تمويل الأبحاث وإعداد برامج بحثية طويلة الأمد تبدأ من رحم المعمل فمرورا بخطوط التصنيع المتعددة وانتهاء بمنتج تجارى

يتداوله المستهلكون ويقارنون بين تصميماته الفنية والهندسية، وتتحول صادراته إلى مصدر لزيادة الناتج القومى، وقد بلغت صادرات اليابان من الخلايا الفوتوفلطية ١٨٦٩ ميجا وات تعادل نحو ١٧٪ من الإنتاج العالمى فى عام ٢٠٠٩، بينما تم تركيب ٦٢٣ ميجا وات، وتتراوح كفاءة الخلايا بين ١٤ إلى ١٨٪، ومن المتوقع أن يساعد تنامى الطلب على الخلايا فى رفع كفاءتها وذلك بزيادة أعمال البحث والتطوير.

**من الرحى إلى التوربين**

عرف الإنسان طاقة الرياح منذ القدم، عصفت بخيمته، وجففت ملابسه، ولقحت شجره، وسيرت سفنه، وأدارت طواحينه فعصر فاكهته وثماره، فكانت بديلا عن رحاه التى استخدمها لطحن حبوبه، وعصر زيتونه وسمسمه، فيتناسب إنتاجه مع حجم الطلب، وبتطور الأفكار واستمرار البحث والتطوير استخدمها اليوم فى توليد طاقته، ليطلق عليها لفظة «توربين»، ويرجع السبب الأول لنشوء الرياح فى انخفاض الضغط الجوى فيحرك الهواء من المكان الأعلى ضغطاً إلى الأقل ضغطاً، مثلما تنساب المياه من المرتفعات إلى المنخفضات متبعة انحدار الأرض، فالضغوط المرتفعة منابع للرياح، والضغوط المنخفضة أماكن جذب وتجميع لها.

تُثبت التوربينات على أبراج تُصنع من الحديد المعالج حتى يتحمل مكونات التوربينة والتى يصل وزنها إلى عشرات الأطنان، وطلبا لسرعة رياح مرتفعة يقوم المصنعون بصنع أبراج بارتفاعات مختلفة لنفس طراز التوربينة تمكنها من حصد المزيد من الطاقة، يأتى هذا فى الوقت الذى تتطلب فيه عملية الصعود معدات خاصة مراعاة لحدود السلامة والأمان، حيث تستخدم أحزمة خاصة لهذا الغرض، وبزيادة ارتفاع الأبراج فكر المصممون فى استخدام مصاعد كهربائية تكون أكثر أمانا، وهو ما نفذ بالفعل فى الأبراج التى يزيد ارتفاعها عن السبعين مترا، فهى حقا ماكينات عملاقة.

يتأثر السوق العالمى لطاقة الرياح بالعرض والطلب على الطاقة، خاصة فى ظل الاهتمام المتزايد بقضايا البيئة وتغير المناخ، وكذلك بالتطورات المتلاحقة فى تكنولوجيا طاقة الرياح، وقد وصل إجمالى القدرات المركبة من محطات الرياح فى

جميع أنحاء العالم إلى قرابة ٢٠٠ ألف ميجا وات، تساهم فى إنتاج حوالى ٢,٥٪ من كهرباء العالم، ونظرا لانخفاض تكلفة الكهرباء المنتجة من توربينات الرياح، أصبح ينظر لها فى الأسواق على أنها منافس للمصادر التقليدية التى تعتمد على النفط والغاز والفحم. كانت سوق طاقه الرياح قد واصلت نموها المضطرد بمعدلات تتراوح حول ٢٥٪ سنويا، لتصبح معها أحد أهم قطاعات إنتاج الوظائف على مستوى العالم، حيث يعمل بها قرابة ٧٠٠ ألف عامل ينتظر ارتفاعها سنويا كرد فعل مباشر لزيادة الإقبال عليها، يأتى هذا فى الوقت الذى كانت فيه سوق طاقة الرياح منذ عشر سنوات أقل من عُشر حجمها الحالى.

قفزت الصين إلى المركز الأول عالميا من حيث الدول التى تمتلك قدرات مركبة من توربينات الرياح، بعد عامين احتلت فيهما الولايات المتحدة الأمريكية القائمة ذاتها، كانت هذه القائمة قد ظلت لسنوات طويلة تحت سيطرة ألمانيا، وقد جاءت تحولات الصين والولايات المتحدة الأمريكية فى مجال الطاقة المتجددة عامة والرياح خاصة على أثر دعم وتشجيع الجهات الرسمية السوق المحلى للاتجاه إلى استخدام مصادر الطاقة المتجددة بكل أشكالها، مع تسعير الطاقة المنتجة بما يضمن تحقيق عائدات مميزة، فكاليفورنيا التى تعد المثال الأفضل لسوق الطاقة المتجددة فى أمريكا، تخصص تعريفة متميزة للطاقة المنتجة من المصادر التى ما زالت تحتاج للمزيد من أعمال البحث والتطوير، مثل الطاقة الشمسية وخلايا الوقود باعتبار أن الطاقة المنتجة ذات قيمة مضافة بيئيا وصحيا أكثر منها مصدراً لإنتاج الكهرباء.

وفى الصين تبوأت العديد من شركات تصنيع التوربينات الصينية مكانة عالمية جعلتها تستحوذ على ٢٥٪ من حجم السوق العالمى لتوربينات الرياح فى غضون سنوات قليلة، لتنافس الشركات العالمية فى الدانمارك، وإسبانيا، وألمانيا، والولايات المتحدة الأمريكية. فى أثناء زيارتى لفرع شركة جنرال إليكتريك «GE» الأمريكية بولاية كاليفورنيا، أخبرونى أن العديد من مكونات توربينات الرياح التى تصنعها الشركة تُصنع فى الصين، حيث الأيدى العاملة الرخيصة، والعمل طبقا لمعايير

محددة ومتفق عليها عالميا، لتنافس تلك الشركات كيانات أخرى عملاقة مثل فيستاس، وإنركون، وسيمنز، وآريفا، وقد تجاوزت البلدان الآسيوية نظيراتها الأوروبية بسرعة فى هذا المجال، وباتت قارة آسيا تحتل مركز الصدارة، ففى العام الماضى كانت حصة آسيا من المحطات المقامة حديثاً على المستوى العالمى ٥٥٪، أغلبها فى الصين، وللعام الرابع على التوالى تضاعف الصين حجم محطات توليد الكهرباء من الرياح، هذا ومن المتوقع أن تتضاعف القدرات المركبة مجددا.

على نفس السياق، ينمو سوق طاقة الرياح فى الهند على نحو أكثر اعتدالا ويعزو السبب لذلك إلى أن مواقع طاقة الرياح محدودة، وعلى ذلك، لا ينتظر ارتفاع معدلات النمو فى المستقبل القريب، بالإضافة إلى ذلك، فإن معظم مزارع الرياح المخططة والممولة بالتربينات تقوم بتنفيذها مجموعة محدودة من الشركات، والتى من بينها «سوزلون Suzlon» وهى شركة هندية رائدة مُصنعة لتربينات الرياح، وتبلغ نسبة مشاركتها فى السوق العالمى لطاقة الرياح حوالى ١٠٪، والهند هى الدولة الوحيدة التى لديها وزارة طاقة متجددة، تطمح إلى إنشاء ٢٠ جيجا وات من الطاقة الشمسية بحلول عام ٢٠٢٠. لقد أثر التوسع الآسيوى فى مجال تركيبات طاقة الرياح على احتياجات أمريكا خلال عام ٢٠١٠ من تلك المعدات، إلى الحد الذى يعزى إليه تراجع أمريكا للمركز الثانى مخلية المقعد للنمر الصينى، ومؤكدة على الثقة فى المنتج الآسيوى الذى يوافق المواصفات العالمية.

وعلى العكس، تسير طاقة الرياح ببطء شديد فى أمريكا الجنوبية مقارنة بالوضع فى شماله، فالطاقة المائيه تغطى قسماً كبيراً من احتياجات العديد من دول أمريكا الجنوبية من الكهرباء، لذا فهى تمتلك منظومة نظيفة للطاقة تشارك فيها طاقة الرياح بحوالى ٢٪.

فى جانب الإمداد بالكهرباء، هناك العديد من شركات الطاقة التقليدية حولت جزءاً من استثماراتها نحو طاقة الرياح، فشركة إيبردرولا الإسبانية – إحدى أكبر الشركات العالمية فى هذا المجال– لديها أكثر من ٩ آلاف ميجا وات من طاقة الرياح، وهناك

شركات فلوريدا للطاقة والإضاءة «FPL Energy» الأمريكية، والكهرباء الفرنسية «EDF»، و«E.ON» الألمانية، فضلا عن العديد من الشركات الأخرى، بالإضافة إلى عدد من شركات النفط أشهرها بريتش بتروليوم، وشيفرون وهو تحول يجب ألا يمر مرور الكرام، فشركات البترول التى تعد المناوئ الأول للطاقة النظيفة بدأت بالتحول للاستثمار فى قطاعات الطاقة الخضراء بأنواعها، فمن دعم لجهود الأبحاث والتطوير، إلى إنشاء مشروعات ريادية، والانتقال إلى المشروعات الاستثمارية بحثا عن ربح حالى، وكتابة تاريخ تلجأ إليه هذه الشركات مستقبليا حين تصبح الطاقة الخضراء المصدر الرئيسى لحياتنا، وقت أن نحصد نتائج ابتكار لا يأتى من فراغ، بل نتيجة مثابرة ووضوح هدف، وتسخير للجهود والموارد تجاه هذا الهدف.

ومع ما شهده سوق طاقة الرياح من تطور انعكس إيجابا على تكلفة الطاقة المنتجة منها، انتقلت طاقة الرياح من طور التقنيات النامية إلى المتطورة القادرة على المنافسة مع المصادر الحرارية، وإن عاب عليها البعض تغيرها طبقا لسرعة الرياح فى الموقع، فإن نظم التخزين تستطيع أن توفر حلولا لإمدادنا بالطاقة وقت الطلب، إن البطاريات التى تصنعها العديد من الشركات العالمية، مثل ميتسوبيشى اليابانية يمكنها أن تلعب دورا كبيرا خلال السنوات القادمة، ولا نبالغ إذا قلنا بتعبير اللعب «أنها سوف تقلب المائدة» بمعنى أنها سوف تحول دفة سوق الطاقة لصالح المصادر المتجددة، من هذا المنطلق تقف تقنيات الطاقة الشمسية محل جذب وشد، مرجعه ارتفاع تكلفتها مقارنة بطاقة الرياح، لتبقى فى الوقت الراهن محل جدال، يتغير خلال سنوات قليله، لن تزيد عن الخمس، لتشارك بقوة فى إمدادنا بطاقة، من هنا يتساءل الكثيرون: أهى حقا طاقة للمستقبل؟.

**الشمس ... أهى حقا طاقة للمستقبل؟**

يذكرنى الدكتور هانئ النقراشى برجال الدين الذين يبشرون بعالم ملىء بالتسامح والخير، فحيثما حل أو ارتحل يتحدث عن الطاقة الشمسية، عن تقنياتها، وكيفية الاستفادة منها، وعن نشرها كبديل للعديد من المصادر الإحفورية، إنه باختصار أحد

المبشرين بالشمس!!. قابلته بأحد البلدان العربية، كان الرجل يتحدث بحماس الثوار، ويقين رجال الدين يثق فى أن العاقبة هى إلى ما يدعو له، قائلا:

«سوف يأتى يوم تصبح لديكم وزارة للطاقة المتجددة، تضم ضمن كياناتها هيئة كبيرة تعنى بإنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة كافة اسمها «هيئة الطاقة المتجددة»، وسيكون ضمن كيانها قسم صغير لتوليد الكهرباء كُتب على بابه «إدارة الطاقة التقليدية» !!»

والدكتور هانئ ألمانى من أصل مصرى، يعمل فى مجال الطاقة الشمسية، وله العديد من الدراسات والأوراق العلمية الداعية إلى تنمية تطبيقات الطاقة الشمسية خاصة، والمتجددة عامة. يضاف إلى ذلك جهده لتفعيل التعاون بين الشمال الأوربى والجنوب الإفريقى فى مجالات الطاقة المتجددة. عمل مع جهات دولية عديدة، كما يشارك بفاعلية فى مبادرة تكنولوجيا الصحراء المعروفة اختصارا باسم «Desertec, DII».

تعد مبادرة «تكنولوجيا الصحراء» أضخم مشروع لإنتاج الطاقة الشمسية فى العالم، بالإضافة إلى الطاقات المتجددة الأخرى، مثل طاقة الرياح والطاقة المائية وغيرها لإنتاج الطاقة الكهربائية التى نحتاجها من طاقات متجددة نظيفة(١٢٨)، بدلا من الاعتماد على النفط والغاز أو الفحم، انطلاقا من توافر الطاقة الشمسية فى بلدان شمال إفريقيا والشرق الأوسط للاستهلاك المحلى ونقل قسم منها إلى أوروبا، بنسب ٨٠٪ و٢٠٪، على الترتيب، ومع البريق الجذاب للمبادرة يذكر المسئولون عنها -بشئ من الحياء- الحاجة إلى تمويلات تزيد عن ٤٠٠ مليار يورو حتى عام ٢٠٥٠.

ويذكر الدكتور النقراشى أن ٣٥٠ مليار من التمويلات المطلوبة سوف تذهب لإقامة محطات لإنتاج الطاقة الشمسية فى بلدان شمال إفريقيا والشرق الأوسط، والجزء المتبقى لإقامة شبكات لنقلها، وتؤسس هذه المبادرة على التعاون والمشاركة بين الأطراف المعنية فى الشمال والجنوب.

لكن هناك من ينظر لهذه المبادرة على أنها مشروع استعمارى جديد، يركز على الاستفادة من الثروات الطبيعية النظيفة المتاحة فى بلدان الوطن العربى، تماما كما

كانت الآلة الاستعمارية قديما تحتل الدول التى تمتلك موارد النفط، والغاز، أو تمتلك مواقع جغرافية استراتيجية تشرف على ممرات مائية، أو خلجان، أو مضايق، إلى الحد الذى دفع الدكتور عبد العزيز بنونة من المغرب والمتخصص فى الطاقة المتجددة أن يتساءل فى أحد المؤتمرات العالمية: هل كانت الدول الغربية ستستمر فى استعمار دول الشرق إذا كانت استخدامات تكنولوجيا الطاقة الشمسية قد ظهرت قبل الجلاء عنها؟ سؤال انقسم حوله المتخصصون !!.

على نحو موازٍ، ضمت قمة باريس التى عقدت فى ١٣ يوليو ٢٠٠٨ زعماء نحو ٤٠ دولة عربية وأوربية وآسيوية، بالإضافة إلى أمين عام الأمم المتحدة، وجامعة الدول العربية، وبرئاسة مشتركة مصرية عن دول الجنوب، وفرنسية عن دول الشمال، حيث أعلن انطلاق الاتحاد من أجل المتوسط، وقد حدد الاتحاد عدة أهداف يعمل من أجلها ضمت مكافحة التلوث، وتحسين وسائل النقل البرى والبحرى، والتعليم، إلى جانب الطاقة البديلة ممثلة فى «خطة المتوسط للطاقة الشمسية» لتوليد الطاقة الشمسية ودعم البحوث والدراسات فى مجال مصادر الطاقة البديلة للنفط والغاز، إما عن طريق إقامة مشروعات فى الاتحاد الأوروبى ذاته أو فى القسم الجنوبى للبحر الأبيض المتوسط، حيث الموارد الهائلة، ومن ثم استيراده، وقد واجه الاتحاد مشاكل عدة أدت إلى تعطيل مسيرة المبادرة فالدول العربية لديها معدلات نمو فى قطاع الطاقة تصل إلى أربعة أضعاف المعدلات الأوربية، مما يجعل ناتج إقامة مشروعات الطاقة المتجددة يستهلك محليا، كما أن المشروعات التى تم إدراجها من جانب الدول العربية لم تأخذ فى الاعتبار تلبية الطلبين المحلى والأوربى الذى يستهدف استيراد ١٥٪ من طاقته الكهربائية من دول جنوب المتوسط بحلول عام ٢٠٢٠، فى ظل ركائز ثلاث تعمل عليها استراتيجية الطاقة الأوروبية هى، أمن الطاقة، وتنافسية المصادر، وتخفيض انبعاثات الكربون.

والآن، وبعد نحو ثلاثة أعوام من انطلاق الاتحاد، أعلن عن ثلاثة عشر مقترحا لمشروعات الطاقة البديلة لم يتحول أى منها إلى مشروع واقعى، فهناك بعض العقبات

على الطريق منها: التقنى (أى حاجة شبكات الكهرباء الوطنية إلى تدعيم حتى يمكنها نقل الطاقة المنتجة من داخل دول الجنوب إلى نقاط وخطوط التصدير إلى أوربا، والتى تمثل فى حد ذاتها عائقاً فنياً آخر، فالمسافات بين القارتين كبيرة، يفصل بينهما البحر الأبيض المتوسط والذى يختلف عمقه من مكان إلى آخر، مما يهدد إمكانية تصديرها، وهناك العوائق المالية الممثلة فى توفير التمويل اللازم لمثل هذه المشروعات، ومع وجود صعوبات لتوفير هذه الاستثمارات من دول الجنوب -رغم غنى الكثير منها نفطيا- تتزايد الشكوك فى مدى إمكانية تحول هذه الأهداف إلى واقع ملموس، وهناك المشاكل والعقبات السياسية، والتى يأتى على رأسها الصراع العربى الإسرائيلي، وما تتخذه العديد من الدول العربية من تحفظات جراء وجود إسرائيل فى كيان يشمل دولا عربية.

إن بحث آليات تفعيل تلك المبادرات وتنشيطها وتحويلها إلى كيان فاعل يسهم فى إنتاج الطاقة وتوفيرها، وبحث سبل تذليل تلك العقبات يمكن أن يعود بالنفع على الأطراف كافة، ومع هذا فإن اتخاذ مثل تلك الإجراءات لن يسرع بإنشاء هذه المشروعات قبل عام ٢٠٣٠، وهو ما يعنى أن على دول الاتحاد الأوربى أن تبحث سبل تدبير الطاقة التى كانت تنتظر استيرادها من جنوب المتوسط نحو عشر سنوات، وبالمقابل تضع الدول العربية خططها متضمنة ما يمكن تصديره للشمال !!.

من جهة أخرى، تعمل اللجنة التنفيذية لآلية نظم الكيمياء والطاقة الشمسية التابعة للوكالة الدولية للطاقة، والمعروفة اختصارا «SolarPACES»، على تجميع الخبراء الوطنيين العاملين فى مجال الطاقة الشمسية، وتحديدا المركزات الشمسية- من مختلف أنحاء العالم، بهدف التركيز على تطوير وتسويق تركُّز أنظمة الطاقة الشمسية الحرارية، وتنفيذ اتفاقيات تحت مظلة وكالة الطاقة الدولية للمساعدة على إيجاد حلول لمشاكل الطاقة عالميا برفع مساهمة الطاقة الشمسية. يتطلب العمل فى اللجنة التعرض لمجموعة واسعة من المشاكل التقنية المرتبطة بتسويق تكنولوجيا الطاقة الشمسية، بما في ذلك اختبارات النظام وتطوير التكنولوجيات، والمكونات، والأجهزة، وتقنيات تحليل النظم.

وقد ساعدت روح التعاون بين أولئك الخبراء الذين يجتمعون مرتين سنويا فى جعل اللجنة محل ثقة العاملين فى مجال الطاقة الشمسية على مستوى العالم، ويصحب أحد الاجتماعين السنويين إقامة مؤتمر ومعرض دولى لتكنولوجيا المركزات الشمسية يشارك فيه المتخصصون من كافة بقاع العالم، ويحظى المؤتمر السنوى بترحيب وقبول واسعين، ويصل عدد المشاركين فيه إلى نحو ألف شخص من جنسيات مختلفة، بما يضعه فى فئة المؤتمرات المتميزة والناجحة عالميا. يشارك فى عضوية اللجنة ١٩ عضواً يمثلون ١٨ دولة بالإضافة إلى شركة ميتسوبيشي اليابانية، والتى تعد أول شركة تنضم للعضوية، وتستقبل اللجنة طلبات انضمام من بلدان وشركات أخرى، ففى عام ٢٠٠٤ كان عدد المشاركين ثمانى دول فقط. ويحدد الاتفاق التنفيذى الحالى ثلاث مهام أساسية للجنة هى: التركيز على مركزات الطاقة الشمسية فى إنتاج الطاقة الكهربائية، واستخدام الطاقة الشمسية فى البحوث الكيميائية، وتطبيقات تكنولوجيا الطاقة الشمسية. تمول أعمال اللجنة من قبل حكومات الدول الأعضاء.

وفى مارس ٢٠١١ تقدم توم مانسينى باستقالته من منصب الرئيس التنفيذى للجنة، فى بادرة أقل ما توصف أنها تتجاوب مع رياح الديموقراطية التى تهب من حين لآخر، الجميل فى الأمر أن مبادرته تزامنت مع رياح التغيير التى هبت على الدول العربية، فكأنما هو زمن التغيير يأتى دون انتظار. كان توم قد تولى منصبه فى ربيع عام ٢٠٠٤، قضى فيه ثمانى سنوات، وهى فترة أطول من تلك التى قضاها سابقاه جارى بورتش وتينر كريج، وفى آخر رسالة مررها على أعضاء اللجنة، كتب بريداً إلكترونياً إنسانياً تحت عنوان «حان وقت التغيير»، اعتذر فيها عن طلبه الاستقالة، وأنه لن يتاح له حضور الاجتماع القادم لسببين، الأول أنه سيكون فى هذا التوقيت فى رحلة عمل بعد فترة نقاهة طويلة جراء تغيير مفصلى الركبتين، والسبب الثانى أنه استقال!!.

عرفت توم فى أحد اجتماعات اللجنة ببرلين شابا كهلا، كان قد تخطى الستين، واستطاع بحيويته أن يجعل من اللجنة بؤرة لتطور المركزات الشمسية، فزاد عدد

الأعضاء، وانضم ممثلو بعض الشركات الصناعية مثل تويوتا، وزاد عدد المشتركين في المؤتمر السنوى.

إن مثل تلك الجهود التى يبذلها أمثال توم ورفاقه توحى بأن التغيير قادم لا محالة، إنها رياح التغيير نحو الطاقة الأكثر اخضرارا، ولا يعنى هذا أن الطاقة المتجددة سوف تلغى من أدمغتنا لفظة بترول أو غاز، بل ستصل بنا تلك الرياح إلى ما سبق تعريفه تحت مسمى أسواق ائتلافية، يكون فيها للطاقة النظيفة مساحة أكبر لا تقل تأثيرا عن تلك التى تتمتع بها المصادر الأحفورية.

## الفصل الثامن

## نشتري النفايات ونبيع الطاقة

تختلف الوسائل والسبل التى ينتهجها المسئولون عن التسويق فى أنحاء العالم، فاستخدام الإعلانات الثابتة فى الطرق والشوارع، وإعلانات الجرائد الملونة التى تعطيك إحساسا بالبهجة، تختلف تماما عما تشعر به عند رؤية إعلان ينبض بالحركة والحيوية يعبر عنه صوت وصورة أبلغ تعبير، ومن خلال حملات التسويق تستطيع الشركات رفع نسب مبيعاتها واقتطاع حصص مؤثرة من السوق، تختلف قيمتها باختلاف نوع السلعة وتأثيرها الاستراتيجى، لنرى ابتكارات متجددة من الشركات للترويج والتسويق لمنتجاتها منها استخدام التليفون المحمول، وتحويل العميل إلى عامل بدون مقابل حيث يربط التسويق بين ثلاثة أنشطة يعنى أولها بتدبير الاحتياجات وتوفير الموارد، وثانيها بتنظيم هذه الموارد وتوجيهها وتشغيلها، وثالثها فى التصرف فى منتجات المنشأة بالبيع أو بالتأجير وبما يعطى أقصى عائد ممكن وفقاً للأهداف المحددة.

وعلى خلفية إنتاج الكهرباء من المخلفات باستخدام تقنيات عديدة، فمن محطات تعمل بنواتج حرق المخلفات حرقا آمنا يراعى البعد البيئى، ولا ينتج ملوثات تضر بصحة الإنسان والبيئة، إلى محطات تعمل على تخمير بقايا المأكولات، أو مخلفات الحيوانات والطيور لإنتاج غاز الميثان واستخدامه فى الطهو، وعلى الرغم من تنوع التكنولوجيا إلا أن الهدف واحد، ألا وهو إنتاج الطاقة فى صورها العديدة.

يتم إنتاج غاز الميثان بإجراء تخمر لاهوائى لمخلفات الحيوانات، إذ توضع المخلفات فى حاوية محكمة لا يسمح للأكسجين بالنفاذ عبرها للمخلفات، فتتولى البكتريا تحليل المخلفات فى جو خال من الأكسجين، فينتج غاز الميثان وأكسيد الكربون، ثم يجمع الغاز الناتج من عمليات التحلل فى خزانات لحين استخدامه.

وكما يبدو لنا أن مثل هذه المحطات تحتاج إلى أنواع شتى من مصادر إنتاج الطاقة مثل روث الحيوان ومخلفات الطيور، فهناك أيضا مخلفات المنازل، والمحلات

بأنواعها، والأسواق، والمطاعم، ومع تنوع ما يستغنى عنه الإنسان فى حياته اليومية ويراه من وجهة نظره غير ذى قيمة، يراه الآخرون مصدرا للثروة والرفاهية، من هذا المنطلق تلجأ الجهات المعنية فى الدول المتقدمة إلى إجراء تنفيذى يعرف باسم «الفرز من المصدر»، بمعنى قيام الأفراد بفرز مخلفاتهم وتصنيفها بما يسمح باستخدامها فى العمليات المختلفة، فنجد فى الشارع حاويات ذات ألوان مختلفة يكتب عليها الأصناف التى يمكن وضعها فيها، فهناك حاوية للمخلفات الورقية، وأخرى للمنسوجات، وثالثة للزجاج، وربما وجدنا للزجاج أكثر من حاوية، واحدة للزجاج الملون وأخرى للشفاف، وتسمح كل هذه الإجراءات باستخدام المخلفات بشكل مباشر، حيث يؤخذ الورق والزجاج والبلاستيك إلى مصانع يعاد فيها استخدامها، وتقديمها فى شكل جديد، فى حين تجمع علب العصائر المصنعة من الصفيح لصهرها واستعمالها مرة أخرى. وينتشر فى العديد من البلدان أفراد أجبرهم عدم حصولهم على حد أدنى من التعليم،

وضيق ذات اليد، والبطالة على العمل فى جمع هذه المخلفات من الشوارع، فتراهم يفحصون صناديق القمامة بحثا عن زجاجة مياه معدنية فارغة، أو عبوات العصائر الصفيحية «كانز»، لينتهى بهم يومهم إلى بيع حصيلة ما جمعوه إلى جامعى قمامة يشترون منهم ليبيعوها بدورهم إلى تجار أكبر، وهكذا حتى ينتهى بها الأمر إلى مصانع تدوير المخلفات، لتصهرها وتخرجها فى شكل عبوات جديدة، وهكذا دواليك.

وفى البلدان النامية تقسم نفايات ومخلفات المناطق السكنية والأحوزة العمرانية على أفراد ذوى سطوة، حيث يتفق التجار الكبار فى عالم القمامة على حدود مناطق عمل كل منهم، بما يسمح بأن يطلقوا عمالهم من الأطفال الذين تتراوح أعمار أغلبهم بين السادسة والخامسة عشرة فى تلك المناطق ليجمعوا مخلفاتها نظير مبلغ مالى يدفعه أصحاب الشقق السكنية شهريا يختلف بحسب رقى المنطقة، ويتراوح هذا المبلغ من عدة جنيهات شهريا إلى بضعة جنيهات، ويتولوا إحضارها إلى مناطق التجميع، لتتم عملية الفرز بشكل بدائى يتسبب فى ظهور أمراض فتاكة وانتشارها. ويعد ارتفاع أكوام النفايات إلى عدة أمتار تسمح برؤيتها من بعد من العلامات التى تميز مناطق التجميع، التى يأمل أصحابها فى بيع تلك المخلفات إلى الورش والمصانع لتنتهى مرحلة وتبدأ أخرى تظهر فيها العبوات البلاستيكية والزجاجية والكرتونية بشكل جديد وتنتقل من يد إلى يد، حتى تعاود الكرة مرة أخرى.

وعلى خلاف هذه الصورة، يحرص العاملون الرسميون فى اليابان على طباعة بطاقات التعارف «الكروت الشخصية» من الورق السابق استخدامه، حيث يكتب على ظهر البطاقة بخط صغير «ورق أعيد تصنيعه»، كما ينتشر فى اليابان والعديد من الدول المتقدمة استخدام الورق الأسمر الناتج عن عمليات التدوير، بل امتد ذلك إلى تصنيع قمصان اللاعبين، فشركة «Nike» استخدمت زجاجات بلاستيكية سبق استعمالها فى إنتاج خيوط البوليستر لإنتاج قمصان تسع منتجات تعاقدت معها الشركة لتصنيع أطقم ملابس لاعبيها الذين شاركوا فى بطولة كأس العالم التى أقيمت عام ٢٠١٠ بجنوب إفريقيا.

كانت الشركة قد استخدمت لكل قميص نحو ثمانى زجاجات بلاستيكية تم

تجميعها من مواقع لتجميع النفايات فى اليابان وتايوان، مما ساعد على خفض حوالى ٣٠٪ من الطاقة اللازمة لإنتاج تلك الملابس، وقد بلغ إجمالى ما استهلكته الشركة من زجاجات بلاستيكية حوالى ١٣ مليون زجاجة صنع منها قرابة مليون ونصف المليون قميص تم بيعها للجمهور، ولم أجرؤ على شراء واحد منها من المحلات المنتشرة لبيع الملابس الرياضية فى جوهانسبرج قبل انطلاق البطولة بأسابيع قليلة، فقد تخطى ثمن الواحدة منها المائة دولار!!.

إنه حقا عالم غريب، تشترى فيه الشركات النفايات وتبيعها لنا ليس فى شكل طاقة فحسب، بل ومنتجات أخرى تشمل أدوات عديدة وملابس رياضية!!.

**الإنسان الأول والنار**

كانت النار أول مصدر عرفه الإنسان للحصول على طاقة حرارية تدفئه وتساعده على طهو طعامه، وأغلب الظن أنه حصل على أول شرارة عن طريق حك حجرين ببعضهما البعض، ولم يكن هذا كافيا لتبقى النار، فقد كانت ومضة عابرة، لمعت أمام عينيه، وعندما أحضر بعض الأعشاب الجافة ووضعها على النار وجد أنها تدوم، ومن ثم تعود الإنسان الأول تجهيز الأعواد الجافة كى تظل النار متقدة أطول فترة ممكنة، ولم تكن هذه الأعشاب الجافة إلا ما نطلق عليه اليوم، الكتلة الإحيائية أو الحيوية!!.

يقصد بالكتلة الإحيائية ما يتم تجميعه من مخلفات، مثل الأشجار الميتة، وفروع الأشجار، وقشور المحاصيل، وجذوع النباتات، قطع الخشب، وغيرها من المخلفات الأخرى، ويمكن الاستفادة من المخلفات من خلال إجراءات إعادة التدوير «Recycling» أو إعادة الاستخدام «Re-Use»، ويقصد بتدوير المخلفات إعادة استخدامها للحصول على منتجات أخرى أقل جودة من المنتج الأصلي، فى حين يُقصد بإعادة الاستخدام، مثلا إعادة استخدام الزجاجات البلاستيكية للمياه بعد تعقيمها.

تنتج الكتلة الإحيائية من الغابات، والعمليات الزراعية، ومخلفات الصرف الصحى، وأيضا من تنمية بعض النباتات لغرض استخدامها كوقود صلب مثل قوالح الذرة، وشرائح الخشب، ووقود سائل مثل الزيوت النباتية والمخلفات الحيوانية، وغازى نتيجة عمليات تخمر الكتلة الإحيائية الصلبة والسائلة، فيما يعرف بالتغويز، كما تستخدم

الكتلة الإحيائية بشكل رئيسى لإنتاج الطاقة الحرارية من خلال عمليات الاحتراق، وقد اعتاد الفلاحون تجفيف روث حيوانتهم فى شكل أقراص كبيرة، يستخدمونها فى طهو طعامهم.

وتلعب الكتلة الإحيائية دورا مؤثرا فى نسيج الطاقة الأولية بلغ ١٠٪ مما يحتاجه العالم، تأتى من المصادر الصلبة والسائلة، والمخلفات الصناعية، وأيضا مخلفات الصرف الصحى، وتحرق أغلب الكتلة الإحيائية بشكل بدائى فى دول العالم الثالث مما يسبب مشاكل بيئية، فى حين أن حرقها فى محطات خاصة يقلل من الانبعاثات الضارة، وتتشابه محطات الكتلة الحيوية مع غيرها من المحطات الأخرى، إلا أنها تستخدم المخلفات كمصدر للحصول على طاقة حرارية تنتج بخاراً يوجه نحو ريش توربينة لتوليد الكهرباء.

تشارك الكتلة الإحيائية بنسبة صغيرة لإنتاج الكهرباء، فهناك محطات تحرق الكتلة الإحيائية مع خلطها بالفحم. كما تستهلك نسبة أقل من الكتلة الإحيائية فى القطاعين المنزلى والتجارى للحصول على طاقة حرارية من الحرق المباشر للأخشاب، وتشير معظم التقارير الخاصة بالكتلة الإحيائية إلى نموها بمعدل ثابت، وبالمقارنة بالفحم تحتوى الكتلة الإحيائية على القليل من الكبريت المركب، لذا فإن استبدال الفحم بها يخفض من انبعاث أكاسيد الكبريت، كما أظهرت نتائج حرقهما معا إلى انخفاض انبعاث أكاسيد النيتروجين، يأتى هذا فى وقت ينظر فيه الكثيرون إلى أن استخدام الكتلة الإحيائية سوف يخفض من انبعاثات الكربون !!. وتقدر الطاقة التى يمكن استخدامها من طن قمامة بثلث الطاقة المختزنة فى طن فحم، وهو ما يجعل القمامة مصدرا للطاقة يصعب إغفاله.

يعتمد تصور الدائرة المغلقة لإنتاج الطاقة على عملية توليد الطاقة باستخدام أعواد نباتات زرعت خصيصا لهذا الغرض، وهناك عدة أنوا ع من نباتات الطاقة يمكن زراعتها لهذا الغرض مثل الصفصاف، والتبن، والحور، وتستخدم الكتلة الإحيائية فى دورة مغلقة، حيث تدخل النباتات فى عمليات متتالية (زراعة، حصاد، نقل، ثم تحويلها إلى طاقة)، ويمكن اعتبار هذه النباتات إيجابية من حيث استخدامها لإنتاج الطاقة

على الرغم مما يصحب ذلك من قدر قليل من انبعاثات ثانى أكسيد الكربون، إنها ليست عملية خالية من انبعاث ثانى أكسيد الكربون، حيث يصحب عمليات الحصاد الآلى، والنقل، وأيضا تهيئة الأعواد للاستخدام مثل تقليل رطوبتها، وتصغير حجمها، وإزالة الطفيليات انبعاث قدر منه. على أية حال، لا تعد هذه الانبعاثات نتيجة لحرق الكتلة الإحيائية بل عوضا عن حرق البترول والغاز الطبيعى لأغراض الحصاد، والنقل، وأيضا تهيئة الأعواد للاستخدام، ويرى البعض أنه على الرغم من احتواء الخشب على الكبريت، والنيتروجين، مما ينتج عنه أكاسيد النيتروجين والكبريت أثناء عملية الحرق، إلا أنها معدلات قليلة جدا مقارنة بعمليات التوليد المعتمدة على الفحم الخالص. فعلى سبيل المثال، ينتج من توليد كل كيلو وات ساعة بالدورة المركبة بالتكامل مع الكتلة الإحيائية والتغويز Gasification ربع الانبعاثات الناتجة حال استخدام الفحم، كما تقل انبعاثات أكاسيد النيتروجين بمقدار السدس.

وفى الوقت الراهن، يزيد استخدام الكتلة الإحيائية فى إنتاج الطاقة الكهربائية فى عدد من الدول الأوربية وفى قليل من الدول النامية مثل الصين والهند، وتقدر القدرات المركبة منها عالميا بحسب إحصاءات عام ٢٠٠٩ بحوالى ٥٤ جيجا وات، وتستحوذ الولايات المتحدة على أعلى نسبة لإنتاج الكهرباء من الكتلة الإحيائية فى دول منظمة التعاون والتنمية الاقتصادية، حيث تبلغ هذه النسبة ٣٤٪ لتعادل ٤٢ ألف جيجا وات ساعة تنتشر فى نحو عشرين ولاية، فى حين تأتى اليابان وألمانيا فى المركزين الثانى والثالث بحوالى ١٦ و ١٠ ألف جيجا وات ساعة، على الترتيب.

وهناك العديد من محطات توليد الكهرباء الغازية فى أمريكا التى تعمل كليا أو جزئيا بالكتلة الإحيائية -وهو ما يعرف بالحرق المزدوج- حيث يُخْلَط نوعا وقود فى ذات المحطة. أيضا، تزيد الطاقة الكهربائية التى تنتجها كل من ألمانيا وبريطانيا من محطات الحرق المزدوج عاما بعد عام، لذا تزيد الرقعة الزراعية المخصصة لتلك الأنواع من النباتات باضطراد. وبشكل عام، تضاعفت الطاقة الكهربائية المولدة من الكتلة الإحيائية فى القارة الأوربية ثلاث مرات خلال العشرة أعوام الماضية، فبحلول عام ٢٠١٠ تم تشغيل نحو ٨٠٠ محطة كهرباء تعمل بحرق الخشب، أو أحد أنواع

الكتلة الإحيائية فى أوربا وحدها، بإجمالى ٧ جيجا وات، أنشئ معظمها فى البلدان كثيفة إنتاج الخشب، مثل البلدان الإسكندنافية، مضافا إليهما ألمانيا والنمسا اللتان حققتا معدل نمو مرتفع، ففى عام ٢٠٠٨ كان أكثر من نصف الكهرباء المنتجة من الكتلة الإحيائية الصلبة بدول الاتحاد الأوربى تتركز فى ألمانيا، وفنلندا، والسويد، وبنسبة تصل إلى ٢٠٪ من الكهرباء المولدة بالاتحاد الأوربى.

خلال الفترة من ٢٠٠٢ حتى ٢٠٠٨ ضاعفت ألمانيا القدرات المركبة من تلك المحطات حوالى ثمانى مرات، لتنتج قرابة ١٠ آلاف جيجا وات ساعة حاليا، أيضا بلغت الطاقة الكهربائية المولدة من الطاقة الحيوية فى عام ٢٠١٠ حوالى ٥,٣٪ لتحتل المركز الثانى فى إنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة فى ألمانيا بعد طاقة الرياح.

تقع المحطة الرئيسية للطاقة الحرارية بمدينة زاربروكن الألمانية فى القسم الشمالى من المدينة، تنتج المحطة المياه الساخنة وتضخها فى شبكة عنكبوتية عملاقة من المواسير تنتشر فى أنحاء المدينة، وتنقسم عند مداخل المبانى إلى قسمين، الأول لتغذية شبكة التدفئة المركزية للمبنى، والأخرى لتوفير المياه الساخنة. تعمل المحطة باستخدام المخلفات فى الحصول على الطاقة الحرارية، وقد حصلت المحطة لعدة سنوات متتالية على شهادات تقدير نظرا لدورها فى حماية البيئة مما جعلها موضع احترام سكان المدينة وتقديرهم الذين ما إن تتحدث معهم عن الطاقة الحرارية حتي يشيروا بفخر صوب محطة زاربروكن.

فى نفس السياق، تعد الكتلة الإحيائية المصدر الرئيسى فى إمداد مناطق عديدة بالطاقة الحرارية من المصادر المتجددة، ويشمل ذلك الحرارة الناتجة من حرق الكتلة الإحيائية فى صورها المختلفة «صلبة، سائلة، غازية»، حيث تمتد من عمليات الطهو إلى تسخين المياه والتدفئة، كما تختلف التطبيقات من حيث الاستخدام المنزلى من وحدات منفصلة، إلى النظم المركزية التى تغطى مناطق عدة، عن طريق محطات تنتج الحرارة والطاقة معا ساهمت فى إنتاج حوالى ٦٧٪ من الحرارة الناتجة من الكتلة الإحيائية فى أوربا.

أيضا زادت الطاقة المولدة من الكتلة الإحيائية بشكل جيد فى العديد من الدول

النامية مثل البرازيل، وكوستاريكا، والهند، والمكسيك، وتنزانيا، وتايلاند، وأوروجواى. كما ارتفعت القدرات المركبة بالصين إلى ٣,٢ جيجا وات فى عام ٢٠٠٩، مع اعتماد خطة لزيادتها إلى ٣٠ جيجا وات بحلول عام ٢٠٢٠. أما الهند، فتغذى المخلفات والنفايات الزراعية محطات كهرباء بقدرة ٨٣٥ ميجا وات، وتغذى مصاصة القصب وحدها نحو ١٥٠٠ ميجا وات أخرى تعمل بالحرق المزدوج، منها محطات معزولة عن الشبكة الكهربائية تغذى مناطق نائية، أما البرازيل فلديها حوالى ٥ جيجا وات من محطات الحرق المزدوج انتجت حوالى ١٤ ألف جيجا وات ساعة عام ٢٠٠٩ معظمها متصل بالشبكة.

توقع بنك ميريل لينش فى تقريره الأخير عن أسواق النفط والوقود أن يؤدى الارتفاع الكبير فى أسعار النفط إلى الإقبال على أنواع الوقود الحيوى، كما سيستفيد من ذلك أيضا الغاز المستخرج من تعفن المواد العضوية مثل فضلات الأكل، وكذلك سائل الإيثانول الذى ينتج بشكل طبيعى أثناء عملية التخمير، ويستخدم كبديل للبنزين، ورغم أن قوانين البيئة تصب دائما فى صالح هذه الأنواع من الوقود، فإن أسعارها المرتفعة - بالمقارنة مع أسعار النفط - ظلت حاجزاً أمام انتشارها، أما اليوم وبعد بلوغ أسعار المشتقات النفطية أرقاما قياسية فقد أصبحت هذه الأنواع من الوقود فى وضع يمكّنها من منافسة البترول. وأوضح البنك فى تقريره أن أسعار بعض المحاصيل الزراعية، مثل السكر الذى يستخدم فى إنتاج سائل الإيثانول، قد بدأت بالفعل ترتفع نتيجة لازدياد الإقبال على الوقود الحيوى، ورجح البنك أن تكون الزيوت النباتية من أكبر المستفيدين من استمرار ارتفاع أسعار النفط الخام، وعلى سبيل المثال فإن ٢٠٠ كيلو جرام من الذرة تنتج نحو ٥٠ لتراً من الإيثانول وهى الكمية الكافية لتغذية إنسان لمدة عام كامل، ولكن رغم ذلك فإن محصول الذرة يعتبر مفضلا على السكر لأنه أرخص تكلفة منه. وعلى نفس المنوال فإن طناً من زيت بذر اللفت أو حبوب الصويا أو زيت النخيل، ينتج تقريبا طناً من زيت الوقود، لذا فإن الإقبال سيزداد على حبوب الصويا وزيت النخيل لأنهما أرخص من الزيت المستخرج من بذور اللفت، ولكن بشكل عام فقد لاحظت الأسواق أن أسعار بعض

المحاصيل الزراعية (التى تصلح مصدراً للطاقة) أخذت تتأثر بأسعار النفط أكثر من تأثرها بأسواق الغذاء. ورغم أن الإيثانول لا يمنح نفس الكفاءة التى يمنحها البنزين فهو نظيف للبيئة لا ينفث ثانى أكسيد الكربون فى الهواء، ومن ثم فإن شعبيته لدى المستهلكين فى الغرب تزداد بسرعة(١٢٨).

## مصنع كامل فى ورقة شجر

تأخذ النباتات الماء من الأرض من خلال جذورها، كما يصل إليها غاز ثانى أكسيد الكربون من الهواء، ويأتى دور ضوء الشمس الذى يمكن النباتات من أن تحول الماء وثانى أكسيد الكربون إلى جلوكوز (أحد أنواع السكر)، وتستخدم النباتات هذا الجلوكوز كمصدر للغذاء لإمدادها بالطاقة، لتعمل النباتات كمصانع ذاتية لإنتاج الطاقة التى تحتاجها، ليس هذا فحسب، بل ومخزن لثانى أكسيد الكربون.

ويطلق على هذه العملية البناء الضوئى - أى عملية تحويل النباتات للماء وثانى أكسيد الكربون إلى سكر، وتوجد مادة الكلوروفيل الكيمائية التى تساعد على حدوث التمثيل الضوئى، فهى التى تعطى النباتات لونها الأخضر فى فصلى الربيع والصيف، فإذا ما تغير اللون إلى الأصفر أو البرتقالى، أو تسقط الورقة ليظهر الفرع عاريا، عد ذلك إيذانا بدخول الخريف، وبإغلاق الشجرة للعديد من مصانعها الفرعية !!.

تبدأ عملية التمثيل الضوئى بسقوط الضوء على مجموعة من الخلايا النباتية المتجاورة مكونة لنظام ضوئى داخل البلاستيدات الخضراء، فعندما تسقط فوتونات الضوء على جزيئة الكلوروفيل يصطدم الفوتون بإلكترون من إلكترونات الكلوروفيل عندها يصبح الإلكترون فى حالة تهيج ويقفز من مداره الأصلى، وهذه حالة غير ثابتة فيميل للعودة إلى مداره الأصلى (خلال جزء من الثانية) وأثناء عودته يطلق الطاقة التى اكتسبها. يمكن أن تنطلق طاقة الإلكترون على شكل حرارة أو ضوء، أما فى التمثيل الضوئى فإنها تعمل على تسيير تفاعل كيميائي، ويتأثر معدل البناء الضوئى بعوامل مثل سمك الورقة، ووجود أوبار على سطحها، وتركيب خلاياها، وحجم المسام وتوزعها، يضاف إلى ذلك درجة حرارة الجو، وشدة سطوع الضوء، وتركيز ثانى أكسيد الكربون.

إن الزيادة المتوقعة فى عدد سكان العالم بحلول عام ٢٠٥٠ لنحو عشرة مليارات، وصور الطاقة التى يمكن أن تعطى للإنسان فرص التمتع بحياة رغدة، جعلت نظرتنا تمتد لأبعد من أوراق النبات، فامتدت يده إلى ثماره تقطفها، وإلى أعواده تقطعها، فيخرج كل ذلك فى شكل زيت يستخدمه فى تسيير عرباته، فقطاع النقل بأنواعه يستهلك ربع إنتاج الطاقة الكونية، وتنفث السيارات وحدها خمس الانبعاثات العالمية من ثانى أكسيد الكربون، ويأمل العلماء بأن تعطيهم الطفرة البحثية القدرة على إحداث إصلاح اقتصادى يمتد أثره فى توفير ثمن النفط الباهظ مع خفض إنتاج الغازات المسببة للاحتباس الحرارى دون إعاقة التقدم التكنولوجي، من هنا يرى الكيميائيون ورقة الشجر بمثابة جزء من آلة تنتج طاقة لا تنير مصابيحنا فحسب، بل وحياتنا كلها، وسبحان الذى جعل من الشجر الأخضر طاقة!!.

لقد أتاحت لنا تكنولوجيا العصر أن ننظر إلى أوراق النبات نظرة تختلف عن ذى قبل، فمن قبل كانت قوتا يتغذى عليه الإنسان والحيوان، ثم نتغذى نحن على ألبانه، ولحمه فتمدنا بالسعرات الحرارية، التى يتحسب لها أصحاب الوزن الزائد، فينظمون ما يأكلونه، ويخشون زيادة الوزن، والآن أصبحت هذه الأوراق مصدرا للقوة، ليس لقوة الأفراد، بل لقوة الدول، فقد طوعت التقنيات الحديثة لاستخلاص الوقود من تلك الأوراق. إن ما قامت –وتقوم– به الطبيعة خلال العصور الماضية من خلال عملية التمثيل الضوئى اعتمادا على تعرض النباتات لضوء الشمس، فتمتص ثانى أكسيد الكربون وتنتج الطاقة – يجعل محاكاتها أمرا بالغ التعقيد، حتى مع الأخذ بعين الاعتبار طموحات البحث العلمي، وما يقوم به العلماء من دراسات عن طرق التكيف مع الطبيعة ومحاكاة عملية التمثيل الضوئي، بغرض إنتاج جزئ سكر يعمل كبطارية بيولوجية، تتحرر طاقتها عند كسر روابطها الكيميائية لنحصل على طاقة نظيفة وأكثر أمنا.

فهل يأتى يوم، نجمع فيه أوراق نباتاتنا لنضعها فى خزانات وقود سياراتنا، لتتحول عبر مجموعة من الإجراءات الآلية إلى وقود سائل تسير به سياراتنا، ولتتحول فضلات هذا النبات إلى مصدر للطاقة الحرارية التى تدفئ سياراتنا شتاءً، وتبردها صيفاً!!.

## الحياة العصرية والمخلفات

تدفعنا الحياة المعاصرة نحو أنماط عيش مختلفة، تكثر فيها مخلفاتنا الصلبة والسائلة، تغلفها علب الوجبات السريعة، والمشروبات والعصائر المعبأة فى العلب الكرتونية والمعدنية، وفى الدول النامية تبدو أكوام المخلفات شاهدا على سوء الاستهلاك وانخفاض مستويات الوعى بالبيئة، إن ما نراه فى أفضل شوارع القاهرة من مخلفات تتناثر فى أرجاء الشارع وحول صناديق تجميع القمامة لا يشير بأى حال من الأحوال إلى مستوى مقبول من الثقافة البيئية أو التعاون البيئى، يأتى هذا على الرغم من وجود رسوم للنظافة تتقاضاها جهات معنية بأمور النظافة فى القاهرة، ويختلف ما يدفعه أصحاب العقارات بحسب المنطقة «راقية أم شعبية»، وطبيعة العقار «سكنى، تجارى»، ومع هذا لا يشعر أحد بأثر عمل هذه الشركات، ولا بأثر ما يتم دفعه شهريا مقابل القيام بجمع القمامة، ليظهر الاقتصاد الموازى فى شكل أفراد جمع القمامة من المنازل، والذين يتقاضون بدورهم مبالغ شهرية، اقتصاد لا تحصل منه الدولة عائداً سواء فى شكل ضرائب أو رسوم.

وبوجود جهتين –إحداهما رسمية والأخرى خاصة– تحصلان الأموال نظير نظافة الشوارع –يعد العمل افتراضياً للجهة الأولى ومنقوصاً للثانية – تغرق شوارع القاهرة فى أكوام القمامة، وتصبح جزءاً من صورة الشارع تترسخ فى أذهان الكثيرين، لتكون نمطا غريبا يراه الكثيرون طبيعيا لا يستدعى التعقيب ولا التغيير، لقد كانت سنغافورة صورة من هذا الواقع الذى ما زلنا نراه حولنا فى القاهرة والعديد من مدن وعواصم العالم الثالث التى تعيش نفس الحالة، فعندما تسافر إلى دمشق أو صنعاء أو الرباط تصدمك نفس المشاهد، كان ذلك مشهدا عاديا فى سنغافورة خلال الخمسينات من القرن الماضى حتى جاء لى كوان رئيسا للوزراء وأمسك أدوات النظافة وراح يعمل فى الشارع ليعطى الأفراد العاديين المثل والقدوة، ولتتحول سنغافورة إلى عاصمة من عواصم النظافة والجمال، وعلى النقيض أدى تراجع الدور الحكومى فى دول العالم الثالث إلى محاولة بعض الجهات غير الرسمية أداء بعض الأدوار، أو إطلاق مبادرات علها تذكرنا أن النظافة من الإيمان.

من هذا المنطلق، ظهرت بعض المبادرات التى تهدف إلى حث أولياء أمور جامعى القمامة على إلحاق أولادهم بمدارس يتلقون فيها مبادئ الحساب والقراءة من خلال جمع وفرز القمامة، إلى جانب التعرف على النواحى الصحية الواجب مراعاتها فى جمع القمامة، فحى منشية ناصر بالقاهرة يوجد به حوالى ٢٥٠٠٠ ورشة للاتجار وإعادة تدوير المفروزات الصلبة مثل الورق والكرتون وبقايا الأقمشة والبلاستيك والمعادن والزجاج. وقد أنشأت إحدى منظمات المجتمع المدنى بالقاهرة إحدى تلك المدارس، ليدرس بها نحو ١٧٠ طالبا تتراوح أعمارهم مابين ٧ إلى ٢٠ عاما، والمدرسة غير نظامية، وتعتمد على تعليم أبناء المنطقة للمناهج والمواد الحسابية عن طريق قيام التلاميذ بِعَدْ المخلفات وفرزها والقراءة والكتابة عن طريق قراءة أسماء المنتجات المكتوبة على العبوات البلاستيكية، والمواد العلمية عن طريق التوعية الصحية مع إكسابهم الخبرة العملية فى مجالات التكسير والأمن الصناعي، بالإضافة إلى تعليم الكمبيوتر، وتهدف الفكرة إلى الاستفادة بأكثر من ٢ مليون عبوة يعاد تعبئتها فى مصانع غير آمنة حيث تتولى المدرسة تجميع كافة العبوات وفرزها حتى لا يعاد تعبئتها مرة أخرى بل وتشجع الأطفال على عدم بيع هذه العبوات خارج المدرسة وتشتريها منهم، وبعد نجاح التجربة اهتمت منظمة اليونسكو بالمدرسة وبدأت فى تشجيعها على اعتبار أنها تجربة جديدة ورائدة فى الاهتمام بالتنمية والحفاظ على البيئة(١٢٩).

تعيش معظم الأسر فى تلك المناطق على فرز القمامة، جاءوا من محافظات نائية بعضهم من الشمال وكثير منهم من الجنوب، واستقر بهم المقام فى منشية ناصر، يقوم الأولاد بفرز القمامة، حيث يجمع الورق والكرتون فى جانب، والمواد البلاستيكية فى جانب آخر، أما المواد العضوية فكانت من نصيب الخنازير التى كان وجودها فى المنزل يشكل جزءا رئيسيا منه. بلغ عدد الخنازير فى تلك المنطقة نحو ربع مليون خنزير تتغذى على المخلفات العضوية التى يتم فصلها من أكوام القمامة، استمر هذا الوضع لعشرات السنين، حتى ضربت انفلوانزا الخنازير بعض دول العالم، وقتها قررت الحكومة المصرية التخلص من الخنازير كإجراء احترازى، ودخلت الدولة فى

مصادمات عديدة مع الأهالى الذين كانوا يرون أن حياتهم بدون الخنازير لا قيمة لها. حيث تعد تربية الخنازير مورداً للدخل، حيث تباع لحومها بأسعار تحقق لهم دخلاً جيداً، إلا أن قرار الحكومة كان قاطعا ولم يسمح لهم بإيواء خنازيرهم، وفى محاولة لإيجاد بديل استخدم الماعز للتخلص من بعض المخلفات وتسمينها وبيع لحومها، إلا أن الماعز لا تأكل المواد العضوية.

تعمل شركات عديدة مثل كوسكاتا، وفيرينيوم، ورانج فيول، فى إنتاج الوقود الحيوى وتسويقه على العملاء المختلفين، إن رجالا من أمثال ميشيل سلفادور الذى يقوم على إدارة إحدى هذه الشركات يعبر عن الدور الهام للفرز من المنبع، والذى يقوم به الأفراد بشكل تلقائى من خلال قوله:

***«إننا ننظر باهتمام إلى ما يقوم به الأفراد من تصنيف لنفاياتهم الشخصية، سواء كان ذلك فى القطاعات المنزلية، أو الصناعية، فهذا الإجراء الذى يبدو بسيطا يوفر علينا الكثير من الوقت، والجهد، والمال، هذا بخلاف إمكانية توجيه حاويات النفايات دون الحاجة إلى فرزها مرة أخرى»***

وهناك عوائق أمام الاستفادة الاقتصادية من إعادة التدوير تكمن فى المواد العضوية، وصعوبة فصل مكونات القمامة عن بعضها، فالبلاستيك يجرى فرزه طبقاً للمواد المصنعة؛ بحيث يمكن التمييز بين كل من المنتجات طبقًا للمكونات المصنعة منها، وتشمل هذه المكونات البى فى سي والبولى إيثلين والبولى بروبلين وغيرها؛ ليتم تجميعها وتعقيمها وطحنها أو تحويلها إلى حبيبات بالطرق الصناعية السليمة، مع عدم استخدام المنتجات الملوثة كعبوات المبيدات وأدوات المستشفيات.

إن استخدامنا للنفايات فى إنتاج طاقة أو حرارة يعطى قيمة مضافة لتلك النفايات، ويسمح بالحصول على ناتج ذى قابلية كبيرة، هذا إلى جانب منع تكدس تلك النفايات وتسببها فى الإصابة بالأمراض وإفساد البيئة التى نعيش فيها.

الوقود الحيوى هو الطاقة المستمدة من الكائنات الحية سواء النباتية أو الحيوانية منها، وهو أحد أهم مصادر الطاقة المتجددة، وقد بدأت بعض المناطق بزراعة أنواع

معينة من النباتات خصيصاً لاستخدامها كوقود حيوي، منها الذرة وفول الصويا فى الولايات المتحدة، واللفت فى أوروبا، وقصب السكر فى البرازيل، وزيت النخيل فى جنوب شرق آسيا.

أيضا يتم الحصول على الوقود الحيوى من التحليل الصناعى للمزروعات والفضلات وبقايا الحيوانات التى يمكن إعادة استخدامها، مثل القش والخشب، وقشر الأرز، وتحلُل النفايات، ومخلفات الأغذية، التى يمكن تحويلها إلى الغاز الحيوى عن طريق الهضم اللاهوائي، كما تمتد الاستفادة من بعض المنتجات النباتية بتحويلها إلى كحول إذ تتخمر بعض المواد النشوية أو السكرية الموجودة بهذه النباتات أو المخلفات، ويعرف التخمر فى الكتلة الحيوية بأنه تغير تُحدثه كائنات دقيقة فى مركبات عضوية لتنتج مواداً أبسط تركيبا من المواد الصلبة، ويمكن التحكم فى هذا التغير لنحصل من الكتلة الحيوية على مواد صلبة وسائلة نافعة، وعلى غازات تستخدم كوقود، مثلما يحدث فى تخمير النفايات البشرية والحيوانية للحصول على الغاز الحيوى (غاز الميثان)، ومن ثم استخدام خطوط وشبكات من الأنابيب لتوزيعه على مناطق الاستهلاك، مع إمكانية تنفيذ نفس الإجراء مع المخلفات الحيوانية الناتجة من الأبقار والجاموس والأغنام وأيضا من الطيور مثل الدجاج، إلا أن الميثان الناتج غالبا ما يفضل استخدامه داخل المزرعة إذا كان بكميات محدودة.

هذا ويعد الانحلال الحرارى الذى يعرف أيضا بالتحلل الكيميائى للمواد العضوية المكثفة عن طريق التسخين، إحدى وسائل تحويل النفايات إلى مصادر للطاقة، وخاصة مع المواد العضوية. يحدث الانحلال الحرارى عفويا فى درجات حرارة عالية، ليستخدم فى إنتاج الفحم النباتي، والكربون، والميثانول وغيرها من المواد الكيميائية التى تستخرج من الخشب، كما يدخل فى صناعة البلاستيك، وفحم الكوك، ولتحويل الكتلة الحيوية إلى السيانيد، وتحويل النفايات إلى مواد يمكن التخلص منها بأمان، ولتكسير المواد الهيدروكربونية المتوسطة من النفط لإنتاج مواد أخف منها مثل البنزين.

برواز: (١٠)

تعد القمامة فى مصر هى الأغنى من نوعها فى العالم؛ حيث يصل سعر الطن منها إلى ٦٠٠٠ جنيه نظراً لاحتوائها على مواد ومكونات يمكن أن تقوم عليها عدة صناعات هامة مثل إنتاج الكحول والخل والغازات، وغيرها من الصناعات، كما أن القاهرة تنتج وحدها قرابة ١٣ ألف طن قمامة يومياً، ويمكن للطن الواحد أن يوفر فرص عمل لـ ٨ أفراد على الأقل، مما يعنى أنه يتيح توفير ١٢٠ ألف فرصة عمل من خلال عمليات الفرز والجمع والتصنيع.

تقدر قيمة القمامة فى مصر بستة مليارات جنيه، تتضاعف قيمتها إلى ١٢ مليار عند تحويلها إلى سلع وسيطة فى صورة خامات ومستلزمات تستخدم فى الصناعة، وتتزايد قيمتها مرة أخرى إلى حوالى ٢٤ مليار جنيه عند استخدامها فى تصنيع منتجات نهائية مثل الزجاج والورق والصاج ولعب الأطفال والأحذية الرياضية والموكيت والمواسير والأجهزة الكهربائية والعبوات، فسلة المهملات تحتوى على بلاستيك وورق وصفيح وألومنيوم وزجاج ومواد عضوية تختلف أسعارها اختلافا شديدا، وإذا استطعنا تدوير هذه المخلّفات سنحقق مبالغ طائلة وفرص عمل كثيرة.

تؤكد إحصائيات وزارة البيئة أن مصر تنتج سنويا ٢٠ مليون طن مخلفات بلدية، تخرج من المنازل والفنادق والمنشآت السياحية، بما يعادل ٥٥ ألف طن يوميًا؛ حيث تتعدى مخلفات الفرد الواحد ٧٠٠ جرام يوميًا. ويؤكد تقرير حالة البيئة لعام ٢٠٠٨ أن كفاءة عمليات الجمع والنقل لاتزيد عن ٦٥٪ مما أدى إلى وجود تراكمات يومية من هذه المخلفات داخل حدود المناطق السكنية والأراضى الفضاء، فضلاً عن افتقار عمليات التدوير للوسائل الآمنة بيئيًا مما يعرض المواطنين والعاملين بهذه العمليات إلى مخاطر كثيرة.

من تقرير «أزمة القمامة فى مصر.. وحلول مطروحة للتنفيذ»، شيماء أحمد منير (سبتمبر ٢٠٠٩)، العدد ٤٥، مركز الأهرام للدراسات السياسية والاستراتيجية، مؤسسة الأهرام.

### القصب .. من شراب إلى وقود

من منا لا يعرف القصب نباتا يؤكل ويستخرج منه السكر، وشرابا سائغا للشاربين، يطفئ ظمأهم فى نهار اشتد قيظه، ويداوم عليه البعض اتباعا لنصائح أطباء المسالك البولية والكلى كمدر للبول، ويعرفه الفلاحون نباتا باسقا فى حقولهم كواحد من أبنائهم، والخارجين عن القانون كمأوى آمن من أيدى العدالة.

تعتبر غينيا الموئل الأول لقصب السكر قبل أن يتم نقله إلى جنوب شرق آسيا. نقله المسلمون خلال عصر الفتوحات إلى الوطن العربى وحوض البحر الأبيض المتوسط، بما فى ذلك صقلية والأندلس، ثم نقله المستعمرون الإسبان إلى العالم الجديد فى أمريكا الشمالية. عرفه القدماء مصدرا لشراب بارد شهى فى أيام الصيف، يتهافتون عليه، واستمر حتى يومنا هذا كمشروب شعبى فى العديد من دول العالم وخاصة فى إفريقيا، وجنوب آسيا، وأمريكا اللاتينية، وبتطور الصناعة استخدمت مصاصة القصب فى صنع الكحول والورق، ويعد السكر المنتج من القصب أجود أنواع السكر حيث يتم تبخير عصيره وتحويله إلى مكعبات سكر، أو صناعة العسل الأسود. وتعد البرازيل أكبر الدول المنتجة عالميا للقصب، إذ تنتج حوالى ثلث الإنتاج العالمى الذى يبلغ فى مجمله حوالى ١٦٠٠ مليار طن سنويا، تليها الهند بنحو ٢٣٪، ثم الصين ٧٪.

أما الإيثانول، فهو مركب كيميائى ينتمى إلى فصيلة الكحوليات، وهو مادة قابلة للاشتعال عديمة اللون تتكون من تخمر السكر، يستعمل فى المشروبات الكحولية وفى صناعة العطور ويستخدم كوقود فى المحركات الميكانيكية المجهزة للإيثانول، أو خليط الإيثانول مع البنزين، ومن هنا فبدلا من وضع عود القصب داخل العصارة للحصول على كوب عصير، سيأتى اليوم الذى نضعه فى سياراتنا ليتحول مباشرة إلى وقود نسابق به الريح!!.

هذا ولا يقتصر إنتاج الإيثانول على القصب فقط، بل يمتد ليشمل الذرة، والتى تحاول الولايات المتحدة الأمريكية جعلها مصدرا رئيسيا لإنتاج الإيثانول لاستخدامه كبديل للبنزين، من هنا لا ينظر لهذا التوجه الأمريكى على أنه اتجاه جديد محل نظر،

ولكنه توجه تدعمه الحكومة وتوفر له المساندة المالية، فقد بلغ مجموع الدعم المالى المقدم لصناعة الإيثانول فى الولايات المتحدة فى عام ٢٠١٠ حوالى ٧,٧ مليار دولار، ومع ضخامة القيمة نجد أنها تعادل تقريبا مقدار ما تتحمله الخزانة الأمريكية جراء ارتفاع سعر برميل البترول دولارا واحدا لمدة عام، من هذا المنطلق لا يعد الدعم المالى مرهقا للميزانية الأمريكية، بل بابا للخلاص له تبعاته على سلة الغذاء العالمية، لبلد يستهلك ثلث طاقة العالم يومياً.

شهد قطاع إنتاج الوقود الحيوى فى الصين، تحويل الذرة وغيرها من الحبوب إلى مصدر بديل للطاقة، مما أدى إلى ارتفاع أسعار الحبوب، وإثارة المخاوف من تأثر الإمدادات الغذائية للسكان، وذلك بعد أن باتت صناعة الإيثانول تستحوذ على قدر متزايد من محصول الصين من الذرة ليضع السلطات الصينية أمام معادلة صعبة قررت الصين على أثرها البدء فى تطوير تكنولوجيات «الجيل ١,٥» المعتمدة على مصادر غذاء أقل أهمية مثل عصير الذرة السكرية ونبتة الكاسافا، وتطوير تكنولوجيات وقود «الجيل ٢» المُصنع من مصادر غير غذائية مثل السليولوز المستخرج من النباتات والأشجار والحشائش والفضلات، ومع أن عملية تحويله إلى وقود سائل تتسم بالصعوبة وارتفاع التكلفة، إلا أنه يساعد على تفادى مرور الصين بمجاعة تشابه تلك التى عصفت بها منذ نحو خمسين عاما وأسفرت عن مقتل نحو ٣٠ مليون صينى(١٣٠).

وعلى هذه الخلفية، حددت الخطة الخمسية الصينية الحالية الهدف المتمثل فى استعمال الوقود البيولوجى بنسبة ١٥٪ من احتياجات قطاع النقل فى البلاد بحلول ٢٠٢٠، بل إن محطات الوقود فى عدد من الأقاليم الصينية، تمزج حالياً ما نسبته ١٠٪ من الإيثانول مع البنزين الذى تبيعه، ويعرف الإيثانول فى كثير من المناطق بكونه وقود المستقبل البديل، وباعتباره مصدر طاقة نظيفاً، يمنح الفلاحين فى البلدان النامية فرصاً جديدة لرفع دخلهم.

وعلى الرغم من أن تعداد السكان فى الولايات المتحدة الأمريكية يبلغ ربع عدد سكان الصين، إلا أن نسبة الذرة المخصصة لأغراض غير غذائية فى الصين أقل بـ٣٠٪ من كمية الذرة المخصصة للإيثانول فى الولايات المتحدة؛ كما أن إنتاج

الإيثانول الصينى - الذى يقدِّره المركز الزراعى التابع لجامعة لويزيانا بـ٣,٧ مليون طن- لا يمثل سوى ربع المستويات الأمريكية.

وعلى الرغم من المساهمة الضئيلة للغاز الحيوى فى إنتاج الكهرباء -حوالى ٠,٦٪- فقد أخذت محطات الكهرباء العامله به فى الزيادة وبخاصة فى دول منظمة التنمية والتعاون الاقتصادى، بإجمالى طاقة كهربائية ٣٠ ألف جيجا وات ساعة، يشاركها هذا الاهتمام بعض الدول النامية مثل تايلاند التى ضاعفت قدراتها المركبة فى عام ٢٠٠٩، وماليزيا التى أولت برامج توليد الكهرباء من الغاز الحيوى أهمية كبرى، وقد تخطت ألمانيا الولايات المتحدة الأمريكية فى عام ٢٠٠٩، لتحتل المرتبة الأولى عالميا، لتأتى بريطانيا وإيطاليا فى المركزين الثالث والرابع.

**الديزل الحيوى**

منذ نحو مائة عام صرح الألمانى رودلف ديزل- مخترع محرك ديزل - بأن «استخدام زيوت الخضروات فى تشغيل المحركات يبدو شيئا غير مألوف فى هذه الأيام (عام ١٩١٢)، إلا أن هذه الزيوت ستصبح ذات يوم فى مثل أهمية منتجات البترول والفحم ومشتقاتهما»، كانت هذه نبوءة ديزل منذ نحو قرن من الزمان، والآن تتحقق هذه النبوءة لتصبح الزيوت النباتية فى أهمية مشتقات البترول، على الرغم من أنها لا تحتوى أية مشتقات بترولية، ويمكن استخدامها بمفردها أو بخلطها مع البنزين، وهى زيوت طبيعية، غير سامة، وخالية من الكبريت، ويوجد نوعان أساسيان من الوقود الحيوى هما: الديزل الحيوى والإيثانول.

ينتج الديزل الحيوى من عباد الشمس، وفول الصويا، والنخيل، وجوز الهند، وبلغ إنتاجه ٢ مليار لتر عام ٢٠٠٥، وتستحوذ ألمانيا وفرنسا وإيطاليا على ما يقرب من ٩٠٪ من الإنتاج العالمى مستخدمين بذور اللفت بشكل أساسي. بينما يُصنّع الإيثانول من قصب السكر، وحبوب الذرة، والبنجر، والقمح، والذرة السكرية، ووصل إنتاجه ٣٢ مليار لتر عام ٢٠٠٦. وفى حين تستخدم البرازيل قصب السكر لإنتاج الايثانول تستخدم الولايات المتحدة حبوب الذرة وبعض فول الصويا مما يؤثر على ميزان الغذاء، وتعد البرازيل والولايات المتحدة المنتجين الرئيسيين عالميا للإيثانول

بنسبة٧٠٪، ومن الجدير بالذكر أن كلا من الايثانول والديزل الحيوى يمثلان ٣٪ من الاستهلاك العالمى للبنزين(١٣١).

ارتفع إنتاج الديزل الحيوى بنحو ٩٪ فى عام ٢٠٠٩، وبنسبة ٥١٪ عما كانت عليه بنهاية ٢٠٠٤، أى حوالى ١٧ مليار لتر عالميا، ويعد الاتحاد الأوربى المركز المحورى لإنتاج الديزل الحيوى عالميا، حيث يمثل حوالى ٥٠٪ من إجمالى إنتاج عام ٢٠٠٩، كما يعد الديزل الحيوى الأكثر انتشارا عن أنواع الوقود الحيوى الأخرى فى أوربا، وتعد فرنسا إحدى الدول المتميزة عالميا فى إنتاجه، حيث زاد إنتاجها منه بمقدار ٣٤٪ خلال عام ٢٠٠٩، حيث تنتج بمفردها ٢,٦ مليار لتر، تعادل ١٦٪ من الإنتاج العالمى، وعلى المستوى العالمى انخفض إنتاج الديزل الحيوى فى العديد من البلدان مثل ألمانيا، والولايات المتحدة الأمريكية، وإيطاليا، وبلجيكا. وعلى النقيض، هناك بعض التوسعات التى تجرى فى هذا الصدد فى كل من الأرجنتين، والنمسا، وكولومبيا، وإندونسيا، وإسبانيا، وبريطانيا، بمعدلات زادت عن ٥٠٪ فى تلك البلدان، فالهند التى تحتل المركز السادس عشر على مستوى العالم رفعت إنتاجها فى عام ٢٠٠٩ مائة ضعف، ليصل إلى ١٣٠ مليون لتر، هذا وتنضم البرازيل، والصين، وماليزيا، وتايلاند إلى قائمة الدول الأكثر استخداما للديزل الحيوى.

بحسب النظريات الاقتصادية، يستتبع ارتفاع أسعار السلع الغذائية تزايد الإمدادات، اعتمادا على فرص تؤمّن زيادة أسعار الغذاء حافزاً قوياً لإمداد الأسواق بكميات إضافية من السلع الغذائية، إلا أن الأمر يختلف بعض الشيء فى قطاع النفط لأن زيادة الإنتاج ليست بالسهولة أو السرعة نفسها كزيادة إنتاج الغذاء من حقول زراعية شاسعة غير مستغلة بطريقة رشيدة أو اقتصادية(١٣٢).

إن الكربون الناتج عن الوقود الحيوى لا يتمثل فقط بنواتج الاحتراق وإنما يضاف إليه ما هو صادر عن النبات خلال دورة نموه. لكن الجانب الإيجابى من الموضوع هو أن النبات يستهلك ثانى أكسيد الكربون فى عمليات التركيب الضوئى (التمثيل الضوئي) ومن هنا أتى ما يسمى بتعديل الكربون أو «محايدة الكربون».

ومن الواضح أيضا أن قطع الأشجار فى الغابات التى نمت منذ مئات أو آلاف

السنين، لاستخدامها كوقود حيوي، دون أن يتم استبدالها لن يساهم فى الأثر المحايد للكربون. ولكن يعتقد الكثيرون أن السبيل إلى الحد من زيادة كمية ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى هو استخدام الوقود الحيوى لاستبدال مصادر الطاقة غير المتجددة.

وأوضح تقرير «الزراعة من أجل التنمية» الصادر عن البنك الدولى أن الزراعة فى القرن الحادى والعشرين أداة جوهرية من أجل التنمية المستدامة وتقليص الفقر، خصوصا عندما نعلم أن ثلاثة من كل أربعة فقراء فى البلدان النامية يعيشون فى مناطق ريفية، كما يعيش ٢,١ مليار شخص على أقل من دولارين أمريكيين فى اليوم، فى حين يعيش ٨٨٠ مليون شخص على أقل من دولار أمريكى واحد فى اليوم، ويعتمد معظمهم على الزراعة من أجل كسب رزقهم.

**الذُرة بين فمى ومحرك سيارتى**

تتوقع منظمة الزراعة والغذاء العالمية والمعروفة اختصارا باسم الفاو، أن تصل فاتورة استيراد الغذاء عالميا إلى نحو ترليون دولار متأثرة بالارتفاع الحاد فى أسعار السلع الغذائية مقارنة بالأرقام المسجلة العام الماضى، ويتوقع أن ترتفع أسعار الغذاء بمتوسط ١١٪ فى الدول الفقيرة، وحوالى ٢٠٪ فى دول العجز الغذائى. يأتى هذا فى ظل هبوط أرصدة الشعير بنسبة ٣٥٪، والذرة الصفراء ١٢٪، والقمح ١٠٪، مع التأكيد على عدم زيادة احتياطيات الأرز عن ٦٪، فى حين تظل أسعار السكر فى أعلى معدلاتها منذ ثلاثين عاماً. فى ظل ذلك السيناريو يبقى خطر تفشى أزمة غذاء حقيقية أمرا قائما فى المستقبل، مما سيكون له أثار واضحة خاصة على الدول التى تعتمد بشكل أساسى على الأسواق الخارجية لتدبير احتياجات شعوبها من السلع الأساسية، فضلا عن أن تلك الأزمة ستشكل تهديدا خطيرا للفقراء فى مختلف أنحاء العالم حيث قد يرتفع أعداد من يعانون من النقص الحاد فى الغذاء إلى أكثر من مليار نسمة.

فى ظل هذه الأجواء يصعب إجراء حوار حول أساسيات الحياة، وتحديدا حول الغذاء.. العنصر الرئيسى للبقاء، فالقضايا الأساسية التى تمثل ركائز معيشة

الإنسان على سطح الأرض تؤدى إلى صراعات حال دخولها محل خلاف وشد وجذب. وفى العالم الثالث تبدو قضية الأمن الغذائى وتوفير رغيف خبز من هذه القضايا الرئيسية المثارة. فالدول التى تعانى من شح موارد الطاقة أو توشك أن تكون دولاً مستوردة لنسبة كبيرة من مواردها الرئيسية من الطاقة تطرح هذا السؤال: ما الأولى الخبز أم الطاقة؟ ومثل هذه الصياغة تجعل المستمع يحدد إجابة واحدة فقط، وقد لا نختلف إذا توقعنا أن الكثيرين سوف يبادرون باختيار الخبز، وليست الإجابة رفضا أو إهمالا من جانبهم لأهمية الطاقة، ولكن لأن صياغة السؤال جاءت بشكل يضمن للسائل الحصول على إجابة واحدة فقط، خاصة وأنه يرتبط بوجوده على سطح الأرض، فبطبيعة الحال ستكون الإجابة مرتبطة بضمان البقاء على قيد الحياة، أى اختيار الخبز، وفى العديد من الدول تعمل الحكومات على توجيه مواطنيها نحو رغبات وتوجهات بعينها، وطرح هذا السؤال بهذه الصيغة يحقق لتلك الدول إغلاق باب البحث العلمى فى مجالات الطاقة المستخرجة من النباتات، ليس هذا فحسب، بل وأبواب أخرى سيتم إغلاقها مثل شركات التصنيع، والتسويق، ومكاتب الاستشارات وغير ذلك، من هنا فإن طرح هذا السؤال بصيغة الاختيار قد تعفى المسئولين من طرح حلول ناجعة لمشاكل الطاقة فى تلك البلدان، واستفزاز المواطن بتخييره بين أن يكون مصير حبة ذرة إما محرك السيارة أو معدته!!.

إن أشباه هذه الأسئلة تؤخر إن لم تمنع استخدام أنواع كثيرة من مصادر الطاقة الحديثة، والحديث هنا ليس بسبب تفضيل الاستثمار فى الطاقة المعتمدة على النباتات، إنما لإيجاد توازن بين المتطلبات الغذائية التى لا يحيا الإنسان بدونها، وبين احتياجاته من الطاقة، خاصة مع المؤشرات التى تتحدث عن انخفاض المحاصيل الرئيسية بنسب كبيرة تؤثر على سلة الغذاء، مما يصعب معه تخصيص نسبة منها لإنتاج الطاقة.

كما أن تأجيل الاستثمار فى هذه الأنواع النظيفة من الطاقة ينعكس فى تأخر المعامل البحثية المحلية والإقليمية عن اللحاق بركب التطور العالمي، وكيف للمعامل أن تواكب وتنتج وتبتكر إذا لم يخصص لها ميزانيات تكفى تنفيذ برامج بحثية فاعلة؟ يقوم بها متخصصون فى كافة فروع المعرفة ذات العلاقة.

إن إعادة تحوير صيغة السؤال على نحو يحث العقل على الابتكار والتطوير سوف تؤدى إلى نتائج مختلفة تماما، مثل: كيف يمكن إجراء توازن بين حاجاتنا من الخبز والطاقة؟ يوفر للمجيب طرح العديد من البدائل القابلة -على الأقل- للطرح والمناقشة فإذا ثبتت نجاعتها وفاعليتها أخذت طريقها نحو التنفيذ، لتتحرك كرة ثلج المعرفة صغيرة فى بدايتها آخذة فى النمو مع مرور الوقت ولا تجد من يوقفها، وهل لنا حاجة فى إيقاف كرة ثلج المعرفة؟!!.

لقد واجهت دول عديدة تحديات الخبز والطاقة، واتسمت معالجاتها لهذه القضايا بالبحث عن التوازن بين هذين الخيارين، فالهند استطاعت أن تحصل على التوازن بين متطلبات توفير الخبز وإنتاج الطاقة سواء من المصادر التقليدية (بترول وغاز وفحم) ثم النقلة النوعية نحو الطاقة النووية، ثم الطفرة الأخيرة فى قضايا الطاقة المتجددة، حيث يتواجد فى الهند حاليا كبريات الشركات العالمية فى مجال إنتاج طاقة الرياح، وتعد الهند الدولة الوحيدة على مستوى العالم التى يضم تشكيلها الوزارى وزارة للطاقة المتجددة. أيضا الصين لها تجارب متنوعة وجديرة بالدراسة والاهتمام فى مجالات الطاقة التقليدية والنقلة النوعية فى مجال طاقة الرياح لتحتل حاليا المركز الأول عالميا وتنتشر منتجات شركاتها فى أنحاء العالم. أما البرازيل فهى أكبر دولة على مستوى العالم فى مجال إنتاج الطاقة من المصادر النباتية، إلى حد طلب أمريكا اكتساب الخبرات والمعرفة البرازيلية فى هذا الشأن مقابل نقل أسرار تكنولوجية متقدمة للبرازيل.

إن الطاقات المتجددة بأنواعها -وإن ارتفعت تكلفتها الاستثمارية- تعد هى السوق المستقبلى للطاقة ويكفى شاهدا على ذلك التحولات الكبرى فى سياسات الطاقة فى الدول المتقدمة سواء على مستوى دول الاتحاد الأوربى أو الولايات المتحدة الأمريكية وغيرها من الدول المتقدمة.

كما أن مراجعة ما دار فى قمم تغير المناخ والتى كان آخرها فى دربن بجنوب إفريقيا يجعلنا أمام توجيه الاهتمام بالمصادر المتجددة فى إنتاج الطاقة، ومحاولة استنبات تكنولوجياتها محليا وإقليميا بغية وصول نتائج الأبحاث إلى مكونات

وتكنولوجيات تراعى أبعاد مناخنا ومتطلباتنا نحن، وذلك بدلا من انتظار تكنولوجيا مستوردة، فالتحدى الآن علمى تكنولوجى بحثى صناعى واستثمارى، كما يجب ألا نكتفى بالنظر لما يجرى حولنا والدهشة مما يصل إليه الآخرون من نتائج آملين أن نستطيع معا اللحاق بتلك الثورات التكنولوجية وهى ما زالت فى مهدها فنشارك فى صياغتها وتكوينها وتحديد ملامح تتناسب مع متطلبات البيئة العربية، وذلك بدلا من أن تصبح واقعا نتعامل معه كما هو فنتغير لنلائمه ولا يتغير ليلائمنا!!.

## الفصل التاسع

### تثوير العالم

تصيبنا التكنولوجيات النانوية والمواد المتناهية الصغر بشئ من الذهول، فهذه المعدات الدقيقة تستخدم لإزالة المخلفات السامة، وأعمال الإغاثة، وإجراء الجراحات الدقيقة، ويأمل الأطباء أن تساعدهم فى توصيل الدواء إلى أعضاء بعينها داخل الجسم. عندما نتناول قرص دواء تسرى مادته الفعالة مع الدم فى كافة أنحاء الجسم بغية وصولها إلى خلية معينة، أو عضو محدد لعلاجه، وعلى الرغم من النتائج الطيبة التى يمكن أن نحصل عليها متمثلة فى تمام علاج الجزء المصاب، إلا أن الدورة التى يسير فيها الدواء كثيرا ما تتسبب فى ظهور مشاكل أو أعراض أخرى، فمع كل علبة دواء نجد نشرة طبية تتضمن طبيعة الدواء، وتركيبه، والجرعات طبقا للسن، مع بند آخر لا يغيب عن هذه النشرات، ذلك هو «الأعراض الجانبية» التى قد تحدث جراء تعاطى الدواء، وليست الأعراض الجانبية سوى أثر مرور الدواء على أجهزة وأعضاء جسم الإنسان غير تلك التى نتناول الدواء بغية شفائها، وعلى أمل إزالة هذا البند يعمل العلماء حاليا على استخدام تقنية النانو فى توجيه الدواء إلى العضو المصاب دون غيره فنتلافى إصابة أو بالأحرى إضرار أعضاء أخرى.

من جهة أخرى، يطمح مصممو الكمبيوتر إلى تصنيع أجهزة فائقة السرعة تصمم معالجاتها بتقنية النانو، ويعمل خبراء صناعة النسيج على صناعة ملابس تتحدى الكرمشة، وأخرى تنظف نفسها ذاتيا. ومع كل هذه الثورة يحذر البعض من المخاطر البيئية والصحية التى قد تنتج عن تكنولوجيا النانو وخاصة تلك التى يسهل بلعها مدمجة فى بعض المأكولات أو الحلوى، فى حين يحذر آخرون أن تصبح النانو مجالا أكثر رواجا لفئة من المستثمرين الذين يبحثون عن الربح بغض النظر عن وسيلة تحقيقه أو ما يترتب عليه من آثار سلبية، إلا أن المتحفظين يقولون إن التكنولوجيا يمكن تطويرها فى إطار من الضمانات والاشراطات الآمنة. تعد تطبيقات النانو ذات أثر بالغ فى علم الكمبيوتر، فمن أقراص يمكنها تخزين بيانات تفوق أسلافها بمئات المرات، إلى تحسين شاشات الكمبيوتر، حيث تسمح تقنية النانو لمصنعى الإلكترونات إنتاج ديود عضوى يعطى صورا أكثر بهاء ووضوحا على شاشات أخف وزنا وأقل سمكا لأجهزة الكمبيوتر المحمولة. وبالفعل بدأت شركتا زيروكس وفيليبس

بالعمل فى هذا المجال وبدء أبحاث إنتاج شاشات مرنة يطلق عليها الورق الإلكترونى «e-Paper»، خفيفة الوزن ويمكن طيها واستخدامها لعرض البيانات. ولم يقتصر مجال تقنية النانو عند هذا الحد، بل امتد لأغراض مكافحة الإرهاب، فقد تمكن الباحثون من إنتاج حساسات نانوية يمكنها تعقب الأفراد واكتشاف المفرقعات، والأسلحة الكيمائية والسامة.

واتصالا بتكنولوجيا النانو تأتى خلايا الوقود مثيرة لخيال العاملين فى مجال الطاقة، تغرى شركات صناعة السيارات باستخدامها كبديل سحرى لوقود تنبعث سحابات دخانه حيثما مرت السيارة، ليحل محله بخار ماء يتكاثف. وخلايا الوقود عبارة عن بطاريات ضخمة تعطى الطاقة طالما أنها تزود بالوقود، تعمل أغلب تقنياتها بدمج الهيدروجين مع الأكسجين لإنتاج الكهرباء فى حين أن الانبعاثات الناتجة عن هذا التفاعل لا تعدو عن الماء والحرارة. وإذا استخلص الهيدروجين من مصادر أحفورية كان ذلك مصدرا لانبعاثات ضارة، أما إذا أُنتج من مصدر متجدد، أطلق

عليه هيدروجين نقى، أى لا ينتج عنه انبعاثات ضارة أو ملوثات. وعلى الرغم من أن تاريخ خلايا الوقود يرجع إلى نحو ١٦٠ عاماً، إلا أن مبتكريها لم ينجحوا فى تحويلها إلى منتج تجارى طوال عقود مضت، وبتجدد الأبحاث أعيدت خلايا الوقود للضوء يدفع بها علماء يثقون فى قدراتها، ويعملون على تحويلها إلى منتج تجارى اعتمادا على الصدام الناشئ بين البيئة وتحرير الأسواق.

وإذا صحت هذه الرؤى المستقبلية والتنبوءات الخاصة بتقنية النانو، فإن كُتاب روايات الخيال العلمى سوف يجدون الكثير من أفكارهم وقد تحققت. ويرى البعض أن النانو وخلايا الوقود سوف تحرر العالم مستقبليا من اعتماده على البترول، وإنتاج مواد قادرة على إصلاح الطرق ذاتيا، وأخرى ذات صلابة تفوق الحديد بنحو مائة مرة بل وأخف وزنا، وأخرى يمكن قضمها داخل نسيج ثمرة فاكهة أو خضر تتجه لعلاج خلايا وأنسجة مصابة بأورام خبيثة -بإذن الله.

إن ما نذكره فى هذه الفقرات يمثل ببساطة أحد مفردات تثوير سبل التعامل مع الطاقة على المستوى العالمى، فانعكاسات هذه التقنيات على طبيعة المنتجات الإلكترونية التى تتغذى على الطاقة تتنوع وتظهر بشكل مؤثر فى حجم المنتج، الذى يتصاغر يوما بعد يوم، فمن هاتف كنا نحمله بكلتا يدينا، إلى آخر نضعه على طرف بنان، وتظهر آثار هذه الثورة أيضا فى مدى الاستخدام واتساعه وانتشاره، بل ودمجه مع تطبيقات أخرى، فتتغير عاداتنا وسلوكياتنا وطرائق تفكيرنا. لقد أضحت البطاريات المتناهية الصغر وسيلة لخزن الطاقة وتفريغها فى تطبيقات تتنوع بدءا من الساعات الرقمية وانتهاء بالسيارات الكهربائية !!.

## النانو أو تثوير العالم

شهد العالم مع ظهور علم تقنية النانو أو التقنية المتناهية الصغر ثورة فى كافة العلوم، سواء علوم الاتصالات، وأشباه الموصلات، وإنتاج الطاقة، وحتى زرع الأعضاء، وهناك الكثير من الأبحاث التى تجرى بهدف إنتاج كاميرات متناهية الصغر يمكن وضعها داخل حبة دواء، يأخذها المريض فيسقط عنها الغلاف لتسبح فى جسمه مرسلة صورا تفصيلية لخلايا وأنسجة ومناطق ما كان يمكن تصويرها من قبل، والحصول على صور تفصيلية، بحيث يمكن تحديد المرض بشكل أكثر دقة،

كل هذا من كاميرات لا يزيد طولها عن ١٠٠ نانومتر، وهى أبعاد أقل كثيرا من أبعاد البكتيريا والخلية الحية، تمكنها أبعادها من الوصول إلى مكامن ما كان لنا أن نبلغها من قبل ولو بشق الأنفس.

وإذا كان التطور التقنى المتسارع هو السمة الفريدة التى ميزت القرن العشرين، فقد أجمع الخبراء على أن أهم هذه التطورات تمثل فى اختراع الترانزيستور الذى أدى إلى ظهور الشرائح المتناهية الصغر ممهدة الطريق إلى ثورة تقنية فى جميع المجالات مثل الاتصالات والحاسب والطب وغيرها. فحتى عام ١٩٥٠ لم يكن هناك سوى عشرة حاسبات فى العالم أجمع، ولم يعرف العالم الهواتف النقالة أو الساعات الرقمية أو الإنترنت، كل هذه الثورات يعود الفضل فيها إلى الترانزيستور. وخلال السنوات القليلة الماضية، برز فى ساحات العلم مصطلح جديد ألقى بثقله على العالم وأصبح محط الاهتمام بشكل كبير، هذا المصطلح هو «تقنية النانو».

إن هذه التقنية الواعدة تبشر بقفزة هائلة فى جميع فروع العلوم والهندسة، ويرى المتفائلون أنها ستلقى بظلالها على كافة مجالات الطب الحديث والاقتصاد العالمى والعلاقات الدولية وحتى الحياة اليومية للفرد العادى فهى وبكل بساطة ستمكننا من صنع أى شيء نتخيله وذلك عن طريق صف جزيئات المادة إلى جانب بعضها البعض بشكل فريد وبأقل كلفة ممكنة، فلنتخيل حواسب خارقة يمكن وضعها على رءوس الأقلام والدبابيس، ولنتخيل أسطولا من الروبوتات النانوية الطبية التى يمكن حقنها فى الدم أو ابتلاعها لتعالج -بإذن الله- الجلطات الدموية والأورام والأمراض المستعصية.

إلا أن الطريق إلى التصغير النانوى ليس مفروشا بالورود، فهناك القانونان التجريبيان اللذان وضعهما جوردون مور رئيس شركة إنتل العالمية ليصف بهما التغير المذهل فى إلكترونيات الدوائر المتكاملة، حيث ينص القانون الأول على أن المساحة اللازمة لوضع الترانزيستور فى شريحة يتضاءل بحوالى النصف كل ١٨ شهرا، وهذا يعنى أن المساحة التى كانت تتسع لترانزستور واحد فقط قبل ١٥ سنة يمكنها أن تحمل حوالى ألف ترانزستور فى أيامنا هذه، أما قانون مور الثانى فيحمل أخبارا قد تكون غير مشجعة بالنسبة للنانو؛ حيث يتنبأ -بناء على نتيجة القانون الأول- بأن

كلفة بناء خطوط تصنيع الشرائح تتزايد بمقدار الضعف كل ٣٦ شهرا(١٣٣). إن مصنعى الشرائح قلقون بشأن ما سيحدث عندما تبدأ مصانعهم بتصنيع شرائح تحمل خصائص نانوية. ليس بسبب الزيادة الهائلة فى التكلفة فحسب، بل لأن خصائص المادة على مقياس النانو تتغير مع الحجم، ولا يوجد هناك سبب محدد يجعلنا نصدق أن الشرائح ستعمل كما هو مطلوب منها، إلا إذا تم اعتماد طرق جديدة ثورية لتصميم الشرائح المتكاملة.

يعد الفيزيائى ريتشارد فينمان الأب النظرى لتكنولوجيا النانو، ففى عام ١٩٥٩ أثبت نظريا أن العالم المجهرى سوف يدخل سريعا فى تطبيقات عديدة، وعبر عن ذلك بقوله «إن المساحة المتاحة لنا لتخزين المعلومات هائلة جدا، ولا يوجد شئ يمنعنا من استخدام هذه المساحة»، ويتنبأ ريتشارد بثورة كبيرة على مستوى الذرات، وأنها سوف تصبح حقيقة وستقودنا إلى نتائج مذهلة، إنها ثورة من أسفل إلى أعلى، تبدأ من الذرة وتنتهى بالمادة، أى عكس الوضع الحالى.

فى عام ١٩٧٠، لاحظ الشاب الأمريكى إيرك دركسلر –أحد أصغر الباحثين فى ذلك الوقت– بمعهد ماساتشوتس للتكنولوجيا أن العاملين فى مجال الكيمياء الحيوية يتحدثون عن اكتشافهم ماكينات نانوية تعيش فى الكائنات الحية الدقيقة وتعمل على إنتاج جزيئات، مما دعاه للتساؤل: هل يمكننا بناء ماكينات مشابهة؟. كان الفرق هائلا بين كلتا الماكينتين، فالأولى خلقت من لدن حكيم خبير، والثانية محاولة ممن خلقه الحكيم الخبير. لم تكن الأولى سوى مصدر للإلهام، وهيهات هيهات للمقارنة، فالأولى معجزة أبدعها الله تعالى فى عالم الخلق، وكل ما يبدعه الله تعالى لا تستطيع المخلوقات الإتيان بمثله!!، وباستمرار محاولات المحاكاة واستلهام الأفكار اتجهت أبحاث النانو نحو المعمل دون شرط توافر تطبيقاتها بالحياة العملية.

بحلول عام ١٩٨١ كان الباحثون بمعامل شركة IBM بسويسرا قد ابتكروا جهاز أشعة يستطيع أن يتعامل مع الذرات، وبعد أربع سنوات طور نفس الباحثين ابتكاراتهم، ولتستمر رحلة التطور، فجاءت المحطة التالية فى عام ١٩٨٥، وتحديدا فى معامل جامعة Rice، حيث اكتشفوا جزيئات كربون جديد تحتوى على ٦٠ ذرة، وتأخذ شكل كرة رجبى، وكانت هذه المادة قادرة على تحمل ضغوط حتى ٣٠٠ ضغط

جوى. فى عام ١٩٩١ عمل العالم اليابانى سوميو ليجما بشركة NEC اليابانية، واستطاع تحويل هذه الذرات –شبيهة كرة الرجبى– إلى أنابيب طولية، أسماها الأنابيب النانوية.

فى عام ١٩٩٠ عاد علماء شركة IBM ليضعوا العلامة الثالثة والفارقة فى مسار تكنولوجيا النانو، حيث استخدموا ذرات الزينون لكتابة العلامة التجارية للشركة المكونة من الحروف الثلاثة الأولى من اسمها– بعد ذلك بسنوات قليلة أنشأ علماء كلية كورنل نانو جيتار، كجهاز ميكروسكوبى دقيق يمكن العزف عليه باستخدام شعاع ليزر بلغ طول كل وتر من أوتاره الستة ٥٠ نانومتر أى ١٠٠ ذرة صنعت من جزيئات السليكون.

وعلى الرغم من أن هذه البدايات لم تتسم باستخدامات تطبيقية متميزة، إلا أنها فتحت الباب أمام أبحاث النانو، وما إن انتصف عقد التسعينات إلا وكانت المئات من الجامعات فى أنحاء العالم ومعامل الأبحاث المتخصصة تخوض غمار هذا العلم الجديد.

واليوم يتنبأ العلماء بمستقبل واعد لهذه التقنية التى بدأت بشكل حقيقى ببداية حقبة التسعينات من القرن الماضى والتى باتت الدول الصناعية تضخ الملايين من الدولارات من أجل تطويرها، فقد رصدت اليابان نحو مليار دولار هذا العام لأبحاث النانو، وفى الولايات المتحدة يوجد نحو ٤٠ ألف عالم يعملون فى هذا المجال، وتقدر الميزانية الأمريكية لأبحاث النانو للفترة من ٢٠١٠ حتى ٢٠١٥ بتريليون دولار.

وعلى الجانب الآسيوى، تستحوذ القارة على أكثر من ٥٠٪ من تعداد سكان العالم مصحوبة بمعدلات نمو اقتصادية جيدة على الرغم من استمرار النمو السكانى، يدعم ذلك وجود قاعدة صلبة من العلماء والمهندسين والصناعيين الآسيويين الذين يعملون بجد فى مجال تكنولوجيا النانو. فاليابان وكوريا وتايوان ينظر لهما كراود فى مجالات صناعة منتجات النانو، وتسويقها بخاصة فى تصنيع الآلات الدقيقة، وعلم المواد، والإلكترونيات. فى حين ينظر للصين، والهند كشركاء جيدين فى مجال البحث والتطوير، فبفضل قدراتهم البحثية المتميزة تقدمت أبحاث عديدة، على الجانب الآخر تأتى هونج كونج كمركز تميز فى تمويل أبحاث تكنولوجيا النانو وينتظر أن يكون لها

أثر بالغ فى المنطقة(١٣٤)، أما سنغافورة فتتمتع بموقع استراتيجى متميز يسمح لها بتسويق المنتجات الآسيوية يضاف إلى مساهماتها الفاعلة فى مجالات البحث العلمى الذى يقوم به القطاع الخاص من خلال شركات البحث العلمى المدفوع القيمة، معتمدا على إجراء أعمال بحث علمى لشركات ومكاتب أبحاث مقابل الحصول على مبالغ مالية، وهو ما يعد سوقا رائجة فى دول العالم المتقدم يضمن من خلاله العلماء والباحثون استمرار أبحاثهم والعمل على تطويرها وتحويل أفكارهم من مجرد أفكار معملية إلى منتجات تجارية، إلى جانب تحقيق دخل متميز، وعلى الضفة الأخرى تطور الشركات الصناعية والتجارية من منتجاتها التى تعرضها فى السوق وتدخل بها فى منافسة مباشرة مع شركات أخرى محلية ودولية. هذا وتختلف السياسات المتبعة فى مجالات تكنولوجيا النانو من دولة لأخرى، فالصين تنتهج المسار الأمريكى، وتركز اليابان على التطبيقات التجارية، فى حين تدفع كوريا المسار نحو الإلكترونيات والمواد فائقة التوصيل، من هنا يمكننا القول إن المنطقة شهدت تطورات كبيرة فى مجالات تكنولوجيا النانو خلال السنوات الماضية، وتشير الدلائل الحالية إلى استمرار هذه التطورات ولكن فى قفزات نوعية أكثر تأثيرا.

## نانو الطاقة

تختلف تصورات العلماء بالنسبة لمشاركة النانو تكنولوجى فى مجال الطاقة، فالبروفسور ريتشارد سمالى الحائز على جائزة نوبل للسلام فى عام ١٩٩٦ لدوره فى اكتشاف شكل جديد من أشكال الكربون بدأ فى دراسة صور مشاركة مستقبل طاقة العالم قبل سنة ونصف(١٣٥)، فأخذ يدرس ما قد تكون عليه حاجات العالم للطاقة فى عام ٢٠٥٠ ودور تكنولوجيا النانو فى معالجتها، ولكونه متفائلا، فقد أصبح يتأمل فعالية برامج الحفاظ على البيئة وإمكانية التكنولوجيات القائمة على وقود الهيدروجين ومصادر الطاقة المتجددة مثل الرياح والطاقة الشمسية. يعمل سمالى حاليا على ابتكار أنابيب كربونية نانوية، ولأن مادة الكربون هذه تظهر خواص كهربائية وحرارية وضوئية غير طبيعية بالإضافة لقوتها الخارقة، ينتظر العلماء استخدامها لإيصال العقاقير إلى الأعضاء المريضة فى جسم الإنسان والحيوان، وآخرون يعولون عليها لتطوير ذاكرة كومبيوتر أرخص من ذى قبل، أما محبو الرياضة فقد استخدموا

تلك الأنابيب الكربونية فى صناعة مضارب كرة التنس رافعين شعار «مضارب ضد الكسر»، وتعمل كل من شركة ايسترن سبورت وزيفكس على تصنيع دراجات هوائية، باستخدام ذات الأنابيب طلبا لصلابة أعلى ووزن أخف، وتقوم شركة نانوديسو اليابانية والتى يعنى اسمها «إنه النانو» على تغليف كرات البولينج بمواد نانوية ذات صلادة عالية تمنع تشققها، وينظر لها مهندسو التشييد والبناء كوسيلة لصنع مواد قوية، قادرة على التحمل، ويعول عليها آخرون لتصنيعه الخلايا الشمسية وخلايا الوقود، وهو ما يجعل تكنولوجيا النانو مصدراً لإحداث نقلة نوعية فى مجال الطاقة. وفى معامل أبحاث بالو آلتو بكاليفورنيا أمكن إنتاج كريستالات فوتوفلطية سائلة يمكن رشها على الأسطح بغرض تقويتها، وأيضا تكوين ألواح شمسية يمكنها إنتاج الطاقة للمنازل والمنشآت وتوفير جانب من الطلب على الكهرباء.

كما تعمل فرق أخرى فى الاستفادة من تكنولوجيا النانو فى تصنيع الملابس الذكية المزودة بحساسات دقيقة لقياس العوامل الفسيولوجية وتطبيقاتها فى مجالات الصحة، والرياضة، والأمن الصناعى. لقد أصبح لدينا أقمشة ذكية يمكنها تنظيف نفسها وبالتالى فنحن لا نحتاج إلى غسلها بالماء الساخن أو البارد فهو يوفر الطاقة والمياه معا. أيضا لدينا الآن أقمشة السرعة التى تحاكى فى عملها جلد سمك القرش فارتدى الرياضيون بِدل الجرى Jogging Suits. إن التقنيات الحديثة ما تنفك تغير وجه الأرض وسبل حياتنا عليها.

وفى حين يتجه الدكتور سمالى إلى الأنابيب الكربونية لإحداث نقلة فى مجالات عدة تتضمن الطاقة الشمسية وخلايا الوقود، فإن مركز أبحاث النانو فى وكالة ناسا الذى أنشئ فى عام ١٩٩٦ يكثف جهوده البحثية لتطوير احتياجات ناسا من الإلكترونيات اعتمادا على تكنولوجيا النانو بالعمل على ثلاثة محاور، الأول يركز على علم تركيب المواد، وترتيب الجزيئات داخل المادة، والوصول إلى إنتاج مواد جديدة ذات مواصفات خاصة تؤهل الباحثين لإنتاج رقائق إلكترونية ذات مواصفات فائقة، والمحور الثانى يدرس تصنيع حساسات لقياس درجات الحرارة، والضغط، والاستشعار عن بعد يمكنها الخدمة لفترات طويلة دون إصابتها بأعطاب، أو الحاجة

إلى إجراء صيانة دورية لها، وهو ما سيمكن الباحثين من إنتاج أجهزة يمكنها البقاء فى الفضاء لسنوات طويلة دون تفكير فى إجراء صيانات دورية لها، وبالتالى خفض تلك التكاليف، أما المحور الأخير فيركز على الجزيئات المستخدمة فى تصنيع الرقائق الإلكترونية، ومعمارية صفها فى تراكيب جديدة وفريدة تحقق الأهداف البحثية.

لقد حسنت تقنية النانو من تطوير خلايا الوقود، والتى يعتقد الكثيرون أنها سوف تكون المصدر الوحيد للطاقة اللازمة لتشغيل السيارات وأجهزة الكمبيوتر، بل وحتى المدن، وبالفعل استطاعت شركة NEC اليابانية استخدام خلايا الوقود فى إنتاج بطاريات لأجهزة الكمبيوتر والهواتف المحمولة تتميز بعمر تشغيلى يصل إلى ثلاثة أمثال بطاريات الليثيوم أيون المستخدمة فى ذات الأجهزة حاليا.

وعلى الرغم من أن علم النانو يرجع إلى عقود ماضية، إلا أن العلماء وضعوا رؤاهم المستقبلية منذ سنوات قليلة مضت، مرددين أنهم ما زالوا على أعتاب علم كبير، وأن أمامهم سنوات طويلة من العمل الجاد، تستوجب التحكم فى الذرات وجزيئات المادة والتى ما زالت حتى يومنا هذا قدرات محدودة(١٣٦). يأتى هذا مقرونا بإنتاج خلايا شمسية، قد تساعد يوما ما فى إنتاج طاقة تغنى البعض عن البترول والغاز، ويستخدمها آخرون لتحسين شاشات أجهزة التليفون المحمول، وشاشات التليفزيون العملاقة ورفع كفاءتها أو إنتاج أجهزة إلكترونية تخدم فى أغراض عدة.

يقدم زونج لن وانج، الأستاذ فى معهد جورجيا للتكنولوجيا، تصوره عن المولدات النانوية بأنه يمكن وضع عدة آلاف من المولدات على شريحة تثبت أسفل لوحة مفاتيح تليفونات البلاك برى، تسمح للتليفون بالحصول على الطاقة جراء الضغط على المفاتيح، ويستطيع المصممون وضع هذه الشريحة أيضا فى أجهزة قياس ضغط الدم، ومستوى السكر فيه، إن نشر مثل هذه التكنولوجيات على مستوى تجارى سوف ينحى البطاريات جانبا، ولن نحتاج إلى شحن أجهزتنا بشكل دورى(١٣٧).

وتعتمد فكرة زونج على ما يعرف بتأثير الإجهاد الكهربى «Piezoelectric» وهو ظاهرة معروفة تنتج فيها المادة قدرا ضئيلا من الكهرباء كرد فعل لضغط ميكانيكى، إلا أن شريحة زونج لا تعتمد على تردد الرنين لتوليد التيار الكهربى، وهى ترددات تقاس بدءاً من واحد هيرتز ووصولا إلى عدة آلاف، بما يجعلها تختلف عن النمط التقليدى

لهذه الظاهرة، والتى توضع على كابولى «دعامة ناتئة» تشبه تماما العارضة التى تعلو حمامات السباحة، والتى ما إن تتعرض لضغط ميكانيكى عال حتى تنتج كهرباء.

**برواز: (١١)**

**«إن الجهود التى تبذلها أمريكا فى مجال تكنولوجيا النانو يجب أن تتكافأ مع التزام الرئيس السابق كيندى بهبوط رجل أمريكى على القمر».... سيناتور رون ويدن – ولاية أورليانز.**

**فى حضرة لفيف من العلماء والمتخصصين وقع الرئيس الأمريكى جورج بوش فى ٣ ديسمبر ٢٠٠٣ قانون القرن الواحد والعشرين لأبحاث وتطوير تقنية النانو، كانت ميزانيات الأبحاث قد أخذت فى النمو، ففى عام ٢٠٠٠ انفق نحو ٢٧٠ مليون دولار على أبحاث النانو، وعلى إثر توقيع الرئيس الأمريكى بل كلينتون المبادرة القومية لتكنولوجيا النانو بهدف توحيد الجهود المبذولة فى البحث والتطوير، تضاعف الإنفاق فى العام التالى.**

**فى نوفمبر ٢٠٠٣ وافق الكونجرس على زيادة اعتمادات المبادرة إلى ٣,٧ مليار دولار لنحو ٤ سنوات تبدأ من ٢٠٠٥، وهو ما يعد أعلى التزام وضعته الحكومة الأمريكية خلال ٤٠ عاماً فى مجال البحث والتطوير، ثم أخذ يتصاعد بقوة تخطى معها المليار دولار بحلول عام ٢٠٠٦. تحصل الجمعية الوطنية للعلوم وإدارتا الدفاع والطاقة على أعلى نسبة من هذه التمويلات، فى حين تحصل أبحاث البيئة على تمويلات أقل.**

وفى جامعة بوردو الفرنسية تمكن مجموعة من الطلبة من صنع بلاطات بمقاس ٢٥ سم × ٢٥ سم، تستخدم فى تغطية الأرضيات، يؤدى السير عليها إلى توليد تيار كهربى، إلا أن هذه الفكرة لم تدخل الحيز التجارى بعد، حيث تعد تقنية مكلفة فى الوقت الراهن، ويقترح الطلبة استخدام هذا النوع من البلاط فى المطارات ومحطات السكك الحديدية، حيث يتواجد الآلاف يوميا، مما يسمح بإنتاج كهرباء نظيفة.

كما تعمل شركات الدهانات على إنتاج مواد تحمى الأسطح من الخدش أو

التشقق أو التآكل، وتعطى عزلاً أفضل، أيضا تستخدم هذه الدهانات فى طلاء الأسطح لأغراض التنظيف الذاتى، حيث تستخدم فى طلاء ريش توربينات الرياح، لمنع ترسب الأتربة عليها وتفادى حدوث فقد فى الطاقة، قد يصل إلى ١٠٪، ومن أسطح ريش التوربينات إلى البشرة، فقد أخذت شركات أدوات التجميل العالمية مثل لوريال، وإيستيه لودر وغيرهما من الشركات فى تصنيع منتجاتها اعتمادا على تقنية النانو، فهناك غسول ضد الشمس شفاف يختلف عن سابقه ذى اللون الأبيض، وكريمات للبشرة تستطيع اختراق الجلد لتؤثر بفاعلية أكبر فى تغذيته بالفيتامينات والعناصر اللازمة لنضارة البشرة وحيويتها.

وفى معهد ماساتشوستس التقنى قام فريق من الباحثين بإنتاج أول بطارية نانو فى العالم، تحتوى فيروسات حية تم هندستها جينيا لبناء الهيكل الداخلى للبطارية بحيث تقوم بجذب الجزيئات الفردية من المواد المراد صنع أجزاء البطارية الداخلية بها (كالأسلاك والأقطاب الكهربائية) وبذلك يستغنى الباحثون عن عناء تركيب أجزاء البطارية المتناهية الصغر بطريقة يدوية خصوصا وأن الأسلاك الداخلية لهذه البطارية أصغر ١٧ ألف مرة من سمك ورقة الكراسة العادية.

ويهدف الباحثون من وراء ذلك إلى إنتاج بطارية فى حجم الخلية الإنسانية يمكن استخدامها فى تشغيل الأجهزة الطبية الصغيرة التى قد تزرع فى جسم الإنسان، ويعد هذا التطبيق الأعقد من حيث حجمه وغرضه، أما الأغراض الأخرى التى يشملها البحث فتهدف إلى إنتاج بطاريات بحجم أكبر تزرع داخل أجهزة الكمبيوتر واللوحات الإلكترونية، أو فى شكل خيوط تشابه خيوط النسيج العادى يمكنها تزويد الملابس بالطاقة بما قد يسمح باستخدامها للأغراض العسكرية، وستسمح لنا هذه البطاريات بشحن الأجهزة الإلكترونية بسرعة، إلى جانب تخزين طاقة بحجم أكبر وإمكانية شحنها فى وقت وجيز، وهو عكس ما نراه اليوم من بطاريات تحتاج وقتا طويلاً للشحن والتفريغ.

## أخلاقيات النانو

تعد آلة القراءة الآلية للمكفوفين أحد أهم اختراعات راي كورزويل، وراى الذى يعمل فى مجال الابتكارات المعلوماتية يشترك مع علماء وباحثين آخرين فى دراسة أخلاقيات التكنولوجيا، ويتصور راى فى كتابه «عصر الآلات الروحية» أن تسارع معدلات إنتاج التكنولوجيا قد تؤدى –على أقل تقدير– إلى أن نندمج معها فى يوم من الأيام، أو نصبح نحن مجموعة من الروبوتات، ويعارض وجهة النظر هذه علماء آخرون معللين ذلك بأن الروبوت لا يمكن أن يملك أدوات الإدراك والوعى التى يملكها الإنسان(١٣٨)، ومن ثم فإن هذه الابتكارات سوف تكون فى صالح الإنسان وخدمته ولن تكون أبدا ضده. إن ما يذهب إليه راى ورفاقه يجعلنا نفترض بوجود نظم وأجهزة ابتكرها الإنسان وصار لها تأثير سلبى على أدائه ودوره فى المجتمع، وفى الحقيقة لم يحدث مثل هذا التأثير إلا كرد فعل لسوء الاستخدام وليس لرداءة التكنولوجيا، فكلنا يسلم أن علماء الكمبيوتر قد نجحوا في تطوير آلات ذكية يمكنها أن تفعل أشياء كثيرة أفضل من البشر، قادرة على اتخاذ قرارات حرجة فى مدد زمنية صغيرة جدا، قد لا تتيح لكثير منا اتخاذ القرار الصائب فى مثل هذه المدة الزمنية المتناهية الصغر، بل ربما ذهل كثيرون وشل تفكيرهم فى وقت يصبح فيه القرار ضروريا، وهو ما لا نجده فى الآلات. أى أن العمل يتم من قبل جميع النظم بدرجة عالية من التنظيم والتنسيق بين الجهد البشرى والآلى. وما يمكن أن يحدث حاليا أو مستقبليا هو أحد أمرين: أن يسمح للآلات باتخاذ جميع القرارات الخاصة بها دون رقابة الإنسان، أو احتفاظ الإنسان بالسيطرة على الآلات.

فإذا سمح للآلات باتخاذ جميع قراراتها الخاصة، لا يمكننا تقديم أي تكهنات بشأن النتائج، لأنه من المستحيل تخمين كيفية تصرف هذه الآلات، وقد ذهب الكثيرون إلى أن اتباع أسلوب كهذا سوف يسمح للآلات بتطوير نفسها وإنتاج أجيال أكثر تطورا وقدرة على الابتكار والسيطرة على غرار فيلم ماتريكس الذى قدمته هوليود نهاية التسعينات وفيلم المتحولون TransFormers الذى قدم أواخر العقد الماضى.

فقط نشير إلى أن مصير الجنس البشري سيكون تحت رحمة الآلات، وقد يقال إن الجنس البشري لن يكون من الغباء حتى يسلم السلطة للآلات، حتى فى ظل المشاكل التي تواجه المجتمعات المختلفة والتى تزداد تعقيدا لن يسمح للآلات باتخاذ مزيد من القرارات نيابة عنهم. غير متجاهلين لقدراتها على تمكين الأفراد والمجتمعات من الاستثمار السهل للوقت والجهد والتكاليف في إدارة عمليات التنمية والبناء وتنظيم شئون حياتهم اليومية التي تعزز مكانتهم ومساهماتهم ومشاركتهم في ركب الحضارة الإنسانية المعاصرة والمستقبلية.

لقد أدى تطور تكنولوجيا المعلومات إلى تسهيل الاتصال بين البشر في جميع أنحاء العالم، بينما ساهمت العلوم الأخرى في اختراع منتجات جديدة أدت الى راحة الإنسان ورفاهيته، ويتشابك تكنولوجيا النانو مع هذه المجالات يثير العلماء العديد من التساؤلات المتعلقة بالنواحي الأخلاقية لتطبيقاتها وخاصة فى البحوث الطبية، رغما عن اليقين الكامل فى ضمان العلم متطلبات الإنسان وتأمين موارده اللازمة لكي يحيا حياة كريمة. غير أن هذه القوة إذا ما أساء الإنسان توظيفها، يمكن أن تكون أداة هدم وتخريب، يأتى هذا مع تفاؤل العلماء بمستقبل واعد لتكنولوجيا النانو، ثقة منهم بريادتها كمحرك أساسي للثورة الصناعية ووسيلة لإنتاج المواد والأجهزة الإلكترونية وترشيد استهلاك الطاقة وغيرها من المجالات. ويرى الدكتور أحمد زويل فى كتابه الشائق «عصر العلم»، أن الثورات العلمية أدت إلى إنجازات هائلة وتغييرات على مستويات كبيرة فى المجتمع، والاقتصاد، والصناعة، وكافة فروع المعرفة:

**«لقد أدى هذا التطور العلمى إلى انكماش الزمان والمكان، وحلت مقاييس جديدة ومرعبة فى قياس ذلك الانكماش، فأصبح المريخ على بعد دقائق من الأرض، وأصبح بمقدور العلم أن يعبر إلى داخل الثانية تفتيتا وتجزيئا .. إلى واحد على مليون على بليون منها.**

**.....**

**أدت كل هذه الاختراقات إلى تكنولوجيا جديدة، ومجتمع جديد يجعل الإنسان**

**فى وضع يختلف جذريا عن سابقه، بما يحمل من مزايا كبرى أو مخاطر محتملة. كما أدت التكنولوجيا إلى خلق حقائق جديدة فى الاقتصاد، إذ أصبح بمقدورها أن تحيل الفقر إلى ثراء فى بعض البلدان، أو تجعل من بلاد غنية بالموارد الطبيعية مجرد مستهلك لما ينتجه الآخرون.»**

إن إدراج مبادئ توجيهية تراعى الجوانب الأخلاقية من الدين والأعراف وما درجنا عليه فى حياتنا العامة، يمكن أن يسمح لنا باستخدام تقنيات متعددة تشمل النانو فى إطار من الطمأنينة والثقة، فاستخدام تكنولوجيا النانو بهدف إيجاد عالم أفضل يعتمد على مبادئ تلبية المطالب والاحتياجات الأساسية سوف يسهم بشكل كبير فى دعم هذه التقنية والبشر على حد سواء(١٣٩). وتشمل تلك الاحتياجات الغذاء الكافي والمياه الصالحة للشرب، والبيئة النظيفة والسكن والرعاية الطبية والتعليم والسلامة العامة، والعمل، والسفر دون قيود، والتعبير الفني والتحرر من الخوف والقهر. كما يجب إعطاء أولوية قصوى للتوزيع العادل والفاعل للمنتجات والخدمات الاقتصادية التي أوجدتها تكنولوجيا النانو.

أيضا يجب أن تكون تطبيقات تكنولوجيا النانو فى مجالات البحوث العسكرية كأنظمة الدفا ع والأمن محدودة، وألا تطوع لأغراض سياسية أو للعدوان على الآخرين، مع اليقين بأن الكثير من البحوث العسكرية كان لها مردود إيجابى على الحياة المدنية، ويكفى دليلا على ذلك أن الإنترنت ظهرت فى البداية لمساعدة الجيش الأمريكي بربط شبكة حاسبه الآلي بحاسبات الجامعات ومؤسسات الأبحاث لاستغلال أمثل للقدرات الحسابية للحواسيب المتوفرة، ثم تحولت للتطبيقات العامة لنعيش بها وفيها، ومن ثم فإن إجراء أية بحوث يجب أن تصب فى مصلحة التقدم التكنولوجي غير العسكرى مرتكزة على قاعدة متينة من السلامة البيئية، وأن تتاح نتائجها للجمهور. كما ينبغى طرح تطبيقات النانو للمناقشة الخاضعة لمنهج البحث العلمى، والالتزام بالدقة والوضوح.

ولمعالجة الآثار الاجتماعية والاقتصادية لتكنولوجيا النانو يقترح رونالد بايلى تنظيم جهد دولي شامل يضمن تطويع تطبيقاتها بحيث تنسجم مع ما تعارف عليه

المجتمع فى مجالات الشئون الصحية والبيئية، بما يكفل تبديد المخاوف بشأن المواد النانوية والروبوتات الصغيرة، فمع تقنية لها هذا المستوى من القوة يصبح للمجتمع دور هام ومؤثر في تحديد الكيفية التي تمكنه من التعامل معها(١٤٠). أى أن المجتمع الدولي مطالب بالعمل على وضع آلية ملزمة فى هذا الشأن استنادا إلى المبدأ الوقائي، بحيث تنظر هذه الآلية إلى أبعد من البحوث المعملية للنظر في توسيع نطاق الآثار الصحية والاجتماعية والاقتصادية والبيئية المترتبة على التكنولوجيات النانوية.

وطبقا لاتفاقيات الأمم المتحدة ينص المبدأ الوقائي على أن تتحمل الحكومات مسئولية اتخاذ إجراءات احترازية لتفادي الضرر على صحة الإنسان أو البيئة، وحتى قبل تأسيس اليقين العلمي للضرر. أى وفقا لمبدأ التحوط، وإلى جانب بايلى تدعو منظمة السلام الأخضر «Greenpeace» لتطبيق مبدأ التحوط لتنظيم تطوير تكنولوجيا النانو أيضا، مؤكدة على ضرورة أن تكون قواعد العمل فى تكنولوجيا النانو شفافة وتسمح بإشراك أولئك الذين يحتمل أن يتأثروا سلبا بالتكنولوجيات الجديدة.

على المدى القصير، تبدو تكنولوجيا النانو أقل غرابة من الهاتف أو الكمبيوتر أول ظهورهما، لأنها يمكن أن تدمج ببساطة في تلك المنتجات التي نعلم بالفعل كيفية استخدامها مثل: أجهزة الكمبيوتر والكاميرات، والملابس والسيارات. أضف إلى ذلك أنها سوف تجعل أداءها أفضل وأسعارها أرخص. وحتى الآن لا يوجد سبب يدعو إلى الاعتقاد بأن البشرية لن تكون قادرة على مواجهة ما هو آت من جراء تطبيقات النانو.

إن أُطراً كهذه تسمح لتكنولوجيا النانو أن تتقدم وتنتشر على نطاق كبير سواء فى المجالات الصحية أو المعلوماتية أو الطاقة وغيرهم من المجالات ذات الأهمية لنا كبشر يعمل على التطوير والابتكار.

**الهيدروجين**

***«نعم يا أصدقائي، إننى أعتقد أن الماء سيستخدم كوقود فى يوم من الأيام، وأن العنصرين المكونين له –الهيدروجين والأكسجين– سيزودانا معا أو منفصلين بمعين***

***لا ينضب للحرارة والضوء، وبشدة لا يستطيع الفحم مجاراتها... سيكون الماء هو فحم المستقبل»، كانت هذه كلمات أو بالأحرى نبوءة جول فيرن(*) فى روايته «الجزيرة الغامضة» التى نشرت عام ١٨٧٤.***

يعد غاز الهيدروجين أحد البدائل التى يعول عليها مستقبليا فى توفير الطاقة، وهو غاز عديم اللون والرائحة يمثل ٧٥٪ من كتلة الكون، ويوجد الهيدروجين على سطح الأرض فى صور عدة متحدا مع عناصر أخرى مثل الأكسجين والكربون والنيتروجين، من ثم فإن استخدامه كحامل للطاقة يعنى ضرورة فصله عن هذه العناصر حتى نستطيع استخدامه، ووظيفته كحامل طاقة هى اختزان وتوصيل الطاقة إلى المستهلكين فى شكل بسيط يمكنهم معه استخدام الطاقة بسهولة.

ينتج الهيدروجين من جزيئات الهيدروكربون مثل الغاز الطبيعي بالتسخين ويعرف هذا الإجراء باسم إعادة تكوين الهيدروجين، كما يستخدم التيار الكهربى فى فصل الماء إلى مكوناته الأصلية -الهيدروجين والماء- فى عملية تعرف بالتحليل الكهربى «Electrolysis»، هذا بخلاف أن بعض الطحالب والبكتريا التى تستخدم ضوء الشمس كمصدر يمدها بالطاقة تستطيع أن تنتج الهيدروجين عند شروط معينة. أيضا، يمكن الحصول على الهيدروجين من الكتلة الإحيائية عبر عمليات بيولوجية، ويساعد هذا الإجراء على زيادة مشاركة الكتلة الإحيائية فى إنتاج الطاقة بشكل كفء، كما أن إنتاج الهيدروجين بهذه الصورة يساعد على تلافى انبعاث ملوثات من حرق الكتلة الإحيائية، لاسيما إنتاج الهيدروجين باستخدام عمليات التمثيل الضوئى، خاصة مع وجود ضوء شمس يسمح بإنتاج الهيدروجين وتخمر الكتلة الإحيائية فى نفس الوقت، أى إنتاج الهيدروجين من مصدر عضوى(١٤١).

فى الوقت الراهن، يستخدم الهيدروجين فى تصنيع الأمونيا لتكرير البترول بغرض استخلاص الميثانول، كما يستخدم فى وكالة ناسا «NASA» لأبحاث

(*) ولد جول فيرن فى مدينة نانتس بفرنسا عام ١٨٢٨ - ١٩٠٥، ومع أنه درس القانون إلا أنه انصرف إلى كتابة القصص والروايات عن رحلات ابتدعها من نبع خياله الخصب، وكان يعرضها فى إطار علمي، أو فى جو من التنبؤات العلمية.

الفضاء كوقود لسفن الفضاء، وأيضا فى خلايا الوقود «Fuel Cells» للحصول على الحرارة والكهرباء والمياه لرواد الفضاء. وخلايا الوقود عبارة عن وحدات تقوم بتحويل الهيدروجين مباشرة إلى كهرباء، وربما استخدم الهيدروجين فى المستقبل لتسيير العربات كبديل عن البنزين والسولار، وكذلك الطائرات وفى إمداد منازلنا بالطاقة، فالهيدروجين يحتوى على طاقة عالية، كما أن الماكينات التى تقوم بحرقه لا يصدر عنها أية ملوثات «Zero Pollution»، فقط بخار ماء يمكن تكثيفه وشربه، تماما كما فعل أحد مُصنعى السيارات عندما روج لسيارته التى تدار بالهيدروجين من خلال إعلان تليفزيونى، بشرب كوب ماء ملأه من شكمان السيارة.

من هنا تمثل خلايا الوقود رهانا مستقبليا يماثل جودة أى مصدر آخر للتزود بالطاقة، فهى تعمل بالهيدروجين الذى نحصل عليه من الوقود الأحفورى أو المصادر المتجددة، وقد بدأت العديد من دول العالم باستخدام خلايا الوقود فى تطبيقات مختلفة، ومازالت الأبحاث مستمرة لتحسين اقتصادياتها ولتنافس المحركات التقليدية(١٤٢). ففى فبراير ٢٠٠٥ خصص الرئيس الأمريكي جورج بوش ١,٢ مليار دولار لدعم أبحاث الهيدروجين فى مجال تصنيع عربات تعمل بخلايا الوقود بحلول عام ٢٠٢٠، ويرى بعض الخبراء أن الهيدروجين سوف يمثل ركيزة للمجتمعات فى المستقبل ليحل محل الغاز الطبيعي، والبترول والفحم والكهرباء. فهم يرون أن اقتصاديات الهيدروجين الجديدة سوف تحل محل اقتصاديات الوقود الإحفوري، وستدخل كمصدر للحرارة والكهرباء فى المبانى والسيارات، إلا أن ذلك سوف يحتاج إلى وقت كى يتحقق(١٤٣).

### هيدروجين عضوى

للغذاء العضوى جاذبية وخصوصية يحتل بها المواقع المتميزة فى السوبر ماركت، ويتغاضى مريدوه عن أسعاره المرتفعة طلبا لصحة أفضل وتفاديا لعواقب تناول الكيماويات التى تشبعت بها مأكولاتنا من لحوم سواء كانت لحما طريا استخرج من البحر أو أتت من طير أو حيوان، وتشبعت به الخضر والفواكه والحبوب من كل الثمرات. تحتوى الحاصلات الزراعية العضوية على كميات أعلى من فيتامين

ج والحديد والماغنسيوم والفوسفور مقارنة بمثيلتها التقليدية، وهناك مطاعم أخذت تنتشر فى بعض العواصم والمدن الكبرى مثل مطعم نورا أحد أوائل المطاعم العضوية الأمريكية، ومطعم داليس فورد اللذين يقدمان لزبائنهما المأكولات العضوية ويستطيع زبائنهما الحصول على تفاصيل تلك الأطعمة من موقع «أورجانيك دوت كوم». أيضا تخصصت بعض سلاسل المحلات الكبرى فى بيع المنتجات العضوية مثل فلوريدا أورجانيك ستورز، ولوكال هارفست، وفارمرز ماركت.

لقد ساعد انتشار الوعي البيئي على جذب أعضاء جدد فى نادى الغذاء العضوي والزراعة العضوية التي عاشت عليهما البشرية آلاف السنين قبل أن تعرف الكيماويات التى انتشرت تحت ستار مجابهة زيادة الطلب على المحاصيل بغض النظر عن جودة المنتجات وآثارها على صحة الإنسان، وها هو الإنسان يعود من جديد إلى ما تركه منذ آلاف السنين كارها ما ادعى أنه طوره ووضع فيه خلاصة علمه وفكره فإذا به يكتشف أنه كان يحرث فى البحر، وأن ما ظن أنه ورد إذا به أسل وشوك بغيض، لنتساءل جميعا ترى ماذا لو كانت عشرات السنين التى قضاها المتخصصون فى معاملهم يطورون حبيباتهم وسوائلهم الكيميائية قد قضوها فى تطوير غذائهم العضوى، أى حال كان سيصبح عليه غذاؤنا العضوى؟!!.

وفي سياق متصل يأتى إنتاج الهيدروجين من مصادر عدة، أغلبها جاهزة لإمدادنا بالطاقة، لكن استخدامها فى إنتاج الهيدروجين سوف يصبح أمرا غير مستساغ على غرار المثل الشعبى «ودنك منين يا جحا!!»، إذ نستخدم مصادر تمدنا بالطاقة فى إنتاج مصدر جديد للطاقة يستهلك فى إنتاجه قدرا من الطاقة!!، من هنا لا تملك هذه المصادر الجاذبية التى تؤهلها لإنتاج الهيدروجين، ثم يأتى الماء كمصدر آخر للهيدروجين يكثر اللغط حول جدواه خاصة مع استنفاده لقدر كبير من الطاقة -أثناء عملية التحليل الكهربى- حتى نحصل على الهيدروجين. وسط هذه الحيرة يأتى الهيدروجين العضوى ببارقة أمل، فمن ناحية كونه يعتمد على المخلفات العضوية فى إنتاج الهيدروجين العضوى بواسطة البكتريا الضوئية كمصدر نظيف من ناحية وحسن توظيف المخلفات من ناحية أخرى!!.

تستطيع بعض أنواع البكتيريا الضوئية إنتاج الهيدروجين، وذلك باستخدام الأحماض العضوية مثل السكسينك، واللاكتيك، أو الكحوليات كمصادر للإلكترون(١٤٤). وحيث إن الطاقة الضوئية غير مطلوبة لأكسدة المياه، فإن كفاءة تحويل الطاقة الضوئية إلى غاز هيدروجين من البكتيريا الضوئية تعد مرتفعة.

تستقلب البكتيريا اللاهوائية السكريات لإنتاج غاز الهيدروجين والأحماض العضوية، ويقترح بعض العلماء الجمع بين البكتيريا اللاهوائية والتمثيل الضوئي لتحويل الأحماض العضوية إلى هيدروجين. نظريا، يمكن تحويل جزئ واحد من السكر إلى ١٢ جزيئاً من الهيدروجين باستخدام البكتريا اللاهوائية والطاقة الضوئية. من الناحية العملية، تحتوي النفايات العضوية على السكر أو بوليمرات السكر. وليس من السهل الحصول على نفايات عضوية تحتوي على أحماض عضوية كعناصر رئيسية، إلا أن الجمع بين استخدام البكتيريا اللاهوائية والتمثيل الضوئي ينبغي أن يزيد من احتمالات تطبيقها في إنتاج الهيدروجين، وهو ما يعزز إنتاج الهيدروجين عن طريق الهندسة الوراثية.

على الرغم من أن دراسات الهندسة الوراثية على الكائنات الحية الدقيقة زادت بشكل ملحوظ في الآونة الأخيرة، إلا أن بعض الدراسات ركزت نسبيا على تغيير خصائص هذه الكائنات الدقيقة، وخاصة فيما يتعلق بتعزيز قدراتها فى إنتاج الهيدروجين من البكتيريا بمساعدة النيتروجين، فى عملية تعرف باسم النترجه Nitrification. أخذ فى الاعتبار أن إنتاج الهيدروجين بالنترجه يستهلك قدرا من الطاقة حتى تتحلل الجزيئات. من الناحية الاقتصادية، لا يعد إنتاج الهيدروجين من الطحالب والبكتيريا اقتصاديا، وينظر لها على نحو غير مستدام.

وهناك استراتيجية أخرى يجري بحثها هى تعزيز قدرات إنتاج الهيدروجين من البكتيريا اللاضوئية، ففى وسط نيتروجينى تتم التفاعلات المنتجة للهيدروجين، حيث يفقد كمية كبيرة من الطاقة الضوئية نظرا لتحولها إلى طاقة بيوكيميائية، وبالتحكم

فى مستوى الضوء يمكن تقليل الفقد في الطاقة، وينظر لتقنيات الهندسة الوراثية كمدخل للتحكم فى مستوى الطاقة الضوئية.

وعلى الرغم من أن بعض المجموعات البحثية تنشط في المجالات الأساسية أو التطبيقية لإنتاج الهيدروجين، فقد دفعت المشاكل البيئية في أنحاء العالم على دعم مشروعات وطنية لإنتاج الهيدروجين العضوى. فالحكومة الألمانية تمول مشروعات إنتاج الهيدروجين العضوى، وفي اليابان أقامت وزارة التجارة الدولية والصناعة مشروعاً لإنتاج الهيدروجين عن طريق التكنولوجيا البيولوجية، بدعم مالي من منظمة نيدو اليابانية.

**خلايا الوقود**

فى عام ١٨٣٩ اخترع وليام روبرت جروف خلايا الوقود الحامضية فى إنجلترا، وظلت طوال أكثر من ١٣٠ عام دون الاستخدامات التجارية، نظرا لحاجتها إلى البلاتين الغالى الثمن كمحفز، وخلال عقد الستينيات من القرن الماضى طورت شركة جنرال إليكتريك نماذج لخلايا استخدمت فى توليد الطاقة الكهربائية اللازمة لإطلاق سفينتى الفضاء الشهيرتين أبوللو وجيمني، بالإضافة إلى توفير مياه نقية صالحة للشرب، وعلى الرغم من أن هذه الخلايا كانت كبيرة الحجم وباهظة التكلفة إلا أنها أدت مهامها بنجاح.

إن صناعة الهيدروجين تواجه ثلاثة تحديات هى التصنيع، والتخزين، والشحن، فعلى الرغم من أن الهيدروجين هو أكثر العناصر انتشارا فى الكون، لا يتوافر منه إلا قدر يسير كمصدر للطاقة. وللحصول على الهيدروجين فى صورة تسمح باستخدامه لإمدادنا بالطاقة، علينا أن نفصله عن العناصر التى يتحد معها، مثل الماء والوقود الأحفورى(١٤٥). فالتحليل الكهربى للماء يعرف كإجراء عكسى لتفاعل الهيدروجين والأكسجين ويحتاج إلى قدر كبير من الطاقة حتى يتحرر الهيدروجين. على الجانب الآخر هناك تخوف من إقدام الشركات على إنتاج الهيدروجين من مصادر أحفورية، لأن ذلك سوف يؤدى إلى انبعاثات غازات الصوبة الزجاجية تحت مسمى إنتاج وقود

نظيف ينتج عنه بخار ماء كعادم. الشئ الآخر الواجب أخذه بعين الاعتبار عدم التركيز على الطاقات المتجددة فى عمليات إنتاج الهيدروجين، لأننا فى هذه الحالة سوف ننشئ مشروعات طاقة نظيفة بغرض إنتاج طاقة نظيفة أخرى !!.

يتمثل التحدى الثانى لصناعة خلايا الوقود فى تخزين الهيدروجين، فلأن الهيدروجين يمتلك أصغر بنية ذرية من بين جميع العناصر، تتسرب ذراته بسرعة عبر الشبكة البلورية للمادة المستخدمة فى تخزينه. والهيدروجين خفيف جدا، حتى أنه يمتلك عُشر كثافة الطاقة الحجمية للبنزين، وقد تكون خفة الوزن جيدة فى حد ذاتها، لكنها تعنى أنه يشغل حيزا كبيرا من الفراغ. ويبدو الحل الواضح للجميع فى ضغط الهيدروجين مع تطبيق معايير صارمة لتصميم الخزانات، التى رغم كل المحاولات تبدو أكبر من نظيرتها المستخدمة فى حفظ البنزين. ويمثل الحجم عائقاً أمام تصميم سيارات صغيرة تستطيع السير لمسافات طويلة تصل إلى ٥٠٠ كيلومتر دون الحاجة للتزود بالوقود.

يعد شحن الهيدروجين التحدى الأخير أمام ترويج تقنيات الهيدروجين ونشرها، فبمجرد إنتاجه لا بد أن يشحن مباشرة إلى حيث يجب استخدامه، وهناك مشكلة أخرى وهى توزيع الهيدروجين، فتوزيع السوائل أو الغازات يستدعى وجود شبكات أنابيب لنقله من خزانات الحفظ أو مصادر الإنتاج إلى نقاط الاستهلاك، وفى الوقت الراهن لا نمتلك شبكات خاصة لنقل الهيدروجين وتوزيعه.

فى يناير ٢٠٠٨ أصدر مكتب المحاسبة الحكومى التابع للحكومة الأمريكية تقريرا للكونجرس يتضمن مبادرة للهيدروجين، مؤكدا أن الهيدروجين يمكنه أن يساعد أمريكا على التخلص من جانب كبير من اعتمادها على زيت البترول، وتضمن التقرير توقعات بأن العمل فى أبحاث تطوير الهيدروجين التى تجرى فى معامل شركات مثل كرايسلر، وفورد، وجنرال موتورز تشير إلى إنفاق كل من هذه الشركات مبالغ تتراوح من ٦ إلى ١٠ مليار دولار للفترة من ٢٠٠٦ حتى ٢٠١٥(١٤٦). علاوة على ذلك يقدر قسم الطاقة احتياجات البنية التحتية اللازمة لإنتاج الهيدروجين ومد خطوط الأنابيب

إلى الأسواق الأمريكية، مع مراعاة أكواد الأمان والمعايير القياسية إلى نحو ١,٢ مليار دولار خلال خمس سنوات.

إن ما نذكره هنا لا يقصد منه القضاء على صناعة الهيدروجين، بل لتلافى اعتماد منهجية لا تحقق أهدافها النهائية، لذا فمن حيث المبدأ علينا أن نأخذ خطوات لتصحيح مسار تكنولوجيات بعينها يمكن أن يؤدى رواجها إلى تشوه الأهداف البيئية. أيضا، وضعت بعض مخططات وتصميمات لمحطات توليد الكهرباء بالهيدروجين فى بعض الدول، تأتى اليابان فى مقدمتها، حيث تطمح إلى ضرورة إيجاد وقود يلبى الاحتياجات الصناعية دون أن يصاحبه مشاكل بيئية.

**تخزين الهيدروجين**

يعد الهيدروجين أحد أخف العناصر لذا فإنه يشغل حيزاً كبيراً مع إمكانية تسربه من الخزانات بسهولة، وعلى أية حال سواء كان استخدام الهيدروجين كوقود لوسائل النقل أو لتوليد الطاقة فى صور مختلفة فمن الضرورى وجود طرق فاعلة ومنخفضة التكلفة لتخزينه، هذا بالإضافة إلى توافر وسيلة نقل الهيدروجين من مناطق الإنتاج إلى الاستهلاك. وتشير الإجراءات التى يعتمدها الفنيون المتخصصون فى هذا الشأن إلى اتباعهم إجراءات تشابه تلك التى يقومون بها مع الغاز الطبيعى، حيث يضغط الهيدروجين، ولأن كثافته منخفضة تُزَود الحاويات بموانع تسرب أكثر إحكاماً تتيح ضغطه إلى ٢٠٠ ضغط جوى، وعادة ما تصنع تلك الحاويات ذات الشكل الإسطوانى من الألمنيوم أو مركبات الكربون- الجرافيت، ويأمل المتخصصون تصنيع خزانات تتيح نقل واستخدام الهيدروجين واستخدامه على نطاق أوسع وهو ما يستدعى ضغطه إلى نحو ٦٠٠ ضغط جوى. إن الفكرة من استعادة جزء من الطاقة المستخدمة فى ضغط الهيدروجين يمكن إجراؤها مع التطبيقات الثابتة، في حين يصعب تنفيذها مع التطبيقات المتحركة(١٤٧).

يمكن زيادة الكثافة الحجمية «Volumetric Density» للهيدروجين باللجوء إلى تسييله وتخزينه فى حاويات مبردة، إن كثافة الهيدروجين السائل تعادل حوالي ٨٠٠

مرة كثافته كغاز في الطبيعة. أيضا، لا يسمح للهيدروجين أن يتبخر داخل الخزانات إلا بنسب ضئيلة، مخافة أن يترتب على زيادة الضغط داخل الخزان مخاطر كبيرة. لذا، فإن درجة حرارة التخزين يجب أن تظل منخفضة جداً، ومن ثم يصبح من الضروري استخدام أنظمة عزل ذات فاعلية مرتفعة، وذلك للحد الأدنى من انتقال الحرارة مع الجو المحيط، إن تبادل الحرارة بين الخزان والجو المحيط يؤثر سلبيا على الهيدروجين، خاصة أن بعض تطبيقاته تتم فى أجواء ذات درجات حرارة مرتفعة، وهو ما يدعو إلى ضرورة العزل الجيد للخزانات.

ويرى البعض أن الهيدروجين عنصر خطير منذ حادث احتراق المنطاد «Hindenburg» فى عام ١٩٣٧ فى ولاية نيوجرسى الأمريكية والذى كان يعتمد على الهيدروجين كعنصر ملء نظراً لخفة وزنه، وأدى الحادث إلى مقتل ٣٥ شخصاً فى حريق هائل، وإن أثبتت التحقيقات أن الهيدروجين لم يكن السبب الرئيسى للوفاة بل إن ٢٧ شخصاً من القتلى ماتوا بسبب القفز من المنطاد، و٨ بسبب الدخان والباقون وعدهم ٦٢ شخص بقوا فى المنطاد ونجوا، علماً بأن الهيدروجين لم يكن المتسبب فى الحادث بل طلاء المنطاد الذى اشتعل.

توجد عدة مراحل لتسييل الهيدروجين، تعرف أبسطها باسم دورة ليند «Linde Cycle» والتى تتناسب مع الغازات ذات درجة الحرارة المعكوسة، فعند تعرض الغاز لضغط سواء من خلال صمام أو غير ذلك لا يحدث تبادل حرارى مع البيئة المحيطة، طالما كان الغاز معزولاً حراريا عن الوسط المحيط به، ويعرف هذا الإجراء باسم إجراء الخنق أو إجراء جول–طومسون. الجدير بالذكر أن السوائل تتبع هذه القاعدة العلمية أيضا بالإضافة إلى كل أنواع الغازات عدا ثلاثة غازات هى الهيدروجين –محل اهتمامنا فى هذا الفصل– والهليوم، وغاز النيون. إن ضغط الغازات يؤدى إلى تقارب جزيئات الغاز من بعضها البعض، وهو عكس ما يحدث عند تمددها، ومن ثم ترتفع الطاقة الحركية للغازات المضغوطة وتقل بالتمدد لنفس الحجم، وعند إخضاع الغازات

أو السوائل لإجراء جول–طومسون تنعكس قيمة المعامل طبقا للإجراء –تمدد أو ضغط– وتتبع كافة الغازات ذات السلوك عدا الغازات الثلاثة التى أشرنا إليها.

من جهة أخرى، يمكن تسييل الهيدروجين لتقليل الحجم اللازم لتخزينه، ونظرا لأن هذا الإجراء يتم عند درجة حرارة سالب ٢٥٣ مئوية، أى أعلى من الصفر المطلق بعشرين درجة، توصف هذه العملية بأنها طويلة ومركزة، وقد تصل نسبة المفاقيد فى الطاقة المختزنة فى الهيدروجين إلى ٤٠٪، فمن الضرورى استخدام مبرد رئيسى، كالماء، وآخر ثانوى يُسَيِّل بإجراءات مشابهة لتسييل الهيدروجين، يلى ذلك تبخيره لنزع الحرارة عن الهيدروجين، وغالبا ما يستخدم النيتروجين كمبرد ثانوى.

أيضا يقوم العلماء بخلط الهيدروجين السائل بنظيره الصلب تحت اسم الهيدروجين الطينى «Slush Hydrogen»، عند نسب خلط ٥٠٪ من الهيدروجين السائل و٥٠٪ من الهيدروجين الصلب عند درجة حرارة وضغط النقطة الثلاثية (تحقق الحالات الثلاث للمادة سائلة–وصلبة–وغازية) مع ثبات الحجم، ولإنتاج هذا النوع من الهيدروجين يستخدم الهليوم السائل للحصول على الهيدروجين الصلب الذى يتجمع على سطح مبادل حرارى يستخدم خصيصا لهذا الغرض، حيث يكشط ثم يخلط ببقايا الهيدروجين السائل.

**الهيدروجين .. آمال ومصاعب**

ركزت معظم الأبحاث التى أجريت فى السنوات الأخيرة على استخدام الميثانول فى تشغيل خلايا الوقود، حيث لا يمكن للميثانول أن يستخدم مباشرة كوقود لخلايا الوقود سواء المستخدمة فى السيارات مثل بى.إم.دبليو الألمانية، وتويوتا اليابانية، وغيرهما من الشركات، فالميثانول يحتاج إلى تكسير بنيته الكيمائية تحت درجات حرارة عالية تفصل الهيدروجين عن الكربون، أو فى التطبيقات الأخرى كالهواتف المحمولة، والأجهزة الإلكترونية الدقيقة، التى تتسابق العديد من الشركات العالمية فى إنتاجها، كتلك التى أعلنت عنها سونى فى المؤتمر السنوى لمعرض منتجات خلايا الوقود الذى يعقد بمدينة طوكيو باليابان والتى تنطلق منها طاقة تكفى لتشغيل جهاز

«MP3» صغير بمجرد إضافة السكر للوحدة، ويعتمد هذا النظام على الجمع بين خلايا وقود الميثانول السائل وبطاريات أيونات الليثيوم التى تنتشر فى معظم هواتفنا المحمولة الآن.

وتعد خلايا الوقود ملهما للكثير من الشركات وباعثا للأمل فى تقديم حلول متطورة للحصول على الطاقة مما يشكل معه منعطفا خطيرا فى تصميم وتشغيل أغلب الأجهزة التى سنشتريها فى المستقبل بدءاً من الحاسب المحمول وحتى سماعة البلوتوث التى قد تستمر فى العمل حسب بعض المصادر العلمية لمدة شهور دون الحاجة لإعادة شحنها.

ففى ألمانيا تمكن فريق باحثين فى معهد لايبنيتس وللمرة الأولى من استخلاص الهيدروجين من حمض الفورميك في درجة حرارة الغرفة العادية، لتوفر هذه الطريقة كماً هائلاً من الطاقة مقارنة بالطرق القديمة المعتمده على إنتاجه فى درجات حرارة عالية تصل لأكثر من ٢٠٠ درجة مئوية، وذكر فريق الباحثين لدى المعهد أن هذه الطريقة لن تؤدي إلى انبعاث كميات إضافية من ثاني أكسيد الكربون لأن هذا الكربون سيعلق بحمض الفورميك. وهناك علماء آخرون يعملون على بعض أنواع من الطحالب والبكتيريا التي تقوم بإنتاج الهيدروجين كناتج طبيعي، كما تجري الأبحاث حاليا حول حث تلك الطحالب على إنتاج كميات أكبر من الهيدروجين.

أيضا طورت شركة أمريكية خلايا وقود صغيرة، تولد طاقتها الكهربائية من مسحوق البوراكس الطبيعي، وهو ملح من مركبات البورون يذوب بسهولة في الماء الدافئ، يمكن وضع البطارية في الكومبيوترات المحمولة والهواتف الجوالة. وتستخدم الشركة محلولا ثلثه من البوراكس وثلثاه الآخران من الماء، وتخلف خلايا الوقود الجديدة هذه، نفايات من البوراكس والماء أقل خطرا على البيئة من البطاريات القلوية المستنفدة.

ورغم الصعوبات التى تواجه تكنولوجيا خلايا الوقود فى الوقت الراهن إلا أن العاملين فى معامل لوس آلاموس وكالتك بأمريكا، ونظراءهم فى أوربا وآسيا يشعرون

بالتفاؤل، وأنهم سوف يتغلبون على المشاكل التى تواجههم قريبا. يأتى هذا فى الوقت الذى تعلن فيه العديد من الشركات وكذلك مراكز الأبحاث أنها توصلت إلى تقنيات جديدة تمكنها من طرح خلايا الوقود تجاريا فى شكل أكثر جاذبية، وتأمل هذه الشركات أن تحقق منتجاتها المعتمدة على خلايا الوقود رواجا أكبر، إلا أن معظم الشركات لا يعطى تفاصيل فنية عن طبيعة تصميماتهم وآليات خلط الوقود وحقنه. وربما وجدنا شيئا من العذر لتأخر الشركات فى عرض منتجاتها على نطاق تجارى، ذلك أن المنافسة التجارية لا ترحم، والاختبار الحقيقى للتقنيات المستقبلية مرهون بمدى قبول المستهلكين لها على نطاق كبير، فالمستخدم العادى لم يتعامل مع هذه النوعية من التقنيات على نطاق كبير، وقليل منهم قاد سيارة كهربائية تعمل بخلايا الوقود. أما التطبيقات الصغيرة منها والمتمثلة فى بطاريات صغيرة ودقيقة يمكن وضعها أو دمجها فى أجهزة إلكترونية كالهواتف المحمولة، وأجهزة تحديد المواقع «GPS»، والساعات الرقمية وغيرهم، فلم تنتشر على نطاق كبير حتى الآن. إلا أننا يجب أن نكون أكثر دقة والتزاما بأن نصرح بوضوح أن هذه التقنيات تكسب أرضا جديدة كل يوم، وتنتشر من تطبيق لآخر مصحوبة بتقدم تكنولوجى، حتى فى ظل معايير تشغيل أكثر صرامة، تأخذ حساسية خلايا الوقود لدرجات الحرارة، وضرورة أن تتنفس الهواء من أجل البقاء، وانبعاث بخار ماء منها، وأيضا مجالات المستهلكين بأن تتفوق هذه البطاريات على نظيرتها التقليدية.

تنقل الغازات فى شاحنات يمكنها حمل أوزان حتى أربعين طناً كتلك المستخدمة فى نقل الوقود عبر البلدان والمدن، علما بأن طبيعة الوقود المراد نقله تفرض نفسها على تصميم الخزان، ففى الميثانول والأوكتان يصل وزن الخزان الفارغ إلى ٢٦ طناً، وفى البروبان ٢٠ طناً. واليوم وعند ٢٠٠ ضغط جوى يمكن حمل ٤٠٠ كيلوجرام من الهيدروجين على شاحنة حمولة ٤٠ طناً، وإذا أخذنا معامل أمان ٢٠٪، فإن الشاحنة لن تحمل أكثر من ٣٢٠ كيلوجرام، ويرجع ذلك إلى خفة وزن الهيدروجين وإلى معايير الأمان فى خزانات نقله، أى أننا سوف نحصل على نحو ٣٩,٦ طن وزن ميت على الشاحنة، حتى ننقل ٤٠٠ كيلوجرام فقط، وهى تكلفة غير اقتصادية بالمرة(١٤٨).

**سيارات الهيدروجين**

تشتد المنافسة بين شركات السيارات فى إيجاد بدائل نظيفة ومتجددة للوقود، منها مثلا تطوير محركات بترولية جديدة أكثر نظافة، وتطوير محركات تسير على الغازات المسيلة. وفي خطوة جديدة نحو تحقيق حلم استخدام الهيدروجين كطاقة متجددة أعلنت شركة بي إم دبليو عن استكمال برنامجها؛ لتصنيع سيارات تستخدم الهيدروجين كوقود بدلاً من البنزين. فقد تلقت بريطانيا الدفعة الأولى من السيارات الفخمة التي تستخدم الهيدروجين كوقود، والسيارة الجديدة من إنتاج شركة بي.إم. دبليو التي واظبت منذ أواخر التسعينيات على تطوير هذا النوع من المركبات وعرضت منه عدة نماذج أولية. وقد عمدت الشركة الألمانية إلى إنتاج هذه السيارة على طراز سيارتها من الفئة السابعة المعروفة بفخامتها وأناقتها بحيث وضعت مع خزانات الوقود العادي خزانات تحتوي على غاز الهيدروجين المضغوط، مما يوفر لها إمكانية استخدام كلا الوقودين، بحيث يمكن التبديل بينهما آليا أو بضغطة زر، تماما كما فى السيارات التى يمكن تسييرها بالغاز الطبيعى والبنزين، أي أنها سيارة هجين ولكنها من نوع آخر يمكنه خفض نسبة الانبعاثات الملوثة من ٣٠٪ إلى ٤٠٪.

وتعتمد نظرية العمل على وجود غشاء فاصل «Membrane» من الحديد سطحه مغطى بمساعد حفز من البلاتنيوم وعند دخول الهيدروجين يعمل البلاتنيوم على فصله إلى بروتون وإلكترون فيسمح الغشاء الفاصل بمرور البروتونات، ولا يسمح بمرور الإلكترونات التي لا تجد وسيلة للعبور إلا من خلال سلك حول الغشاء الفاصل؛ ليتولد فيض من الإلكترونات في السلك، والحصول على تيار كهربي مستمر وفي الناحية المقابلة من الغشاء يتحد الإلكترون مع البروتون مرة أخرى وفي وجود هواء جوي يتكون ماء وحرارة.

الهيدروجين جزء من دورة نظيفة، فعند فصل مكونات الماء إلى هيدروجين وأكسجين باستخدام التحليل الحراري أو التحليل الكهربي، يستخدم الهيدروجين الناتج لشحن خلية وقود، من هذا المنطلق ينظر للهيدروجين كمصدر ثانوي للطاقة أى حامل للطاقة – مثله مثل الكهرباء – فهو يحتاج إلى مصدر آخر للطاقة لإنتاجه.

كانت ألمانيا وولاية كاليفورنيا في أمريكا أولى المناطق التي أنشئت فيها محطات عامة للتزود بالهيدروجين تحسبا للمركبات الجديدة المقبلة، مقتطعة جانبًا من ميزانيتها لاستمرار الأبحاث الخاصة بالهيدروجين وتطويرها. ففى مقاطعة بافاريا توجد عدة محطات للتزود بالوقود الهيدروجيني كما توجد عدة محطات في كولونيا.





سيارات الهيدروجين

www.youtube.com/watch?v=1scZgrMyJek

واليوم تحتضن المهرجانات والمعارض العالمية موديلات مختلفة من تصميمات السيارات الهيدروجينية، كما أصبحت أسماء هذه السيارات وخصائصها متداولة على ألسنة محبى السيارات، ويوما بعد يوم سوف تنتشر السيارات الهيدروجينية ويكون لمحطاتها أماكن معروفة فى الشوارع الرئيسية والفرعية.

**اقتصاد الهيدروجين**

عرف مصطلح اقتصاد الهيدروجين لأول مرة على لسان جون بوكريس خلال خطاب ألقاه سنة ١٩٧٠ في المركز التقني لجنرال موتورز. فالجميع يحلم بوقود جديد، ومتجدد، ونظيف، ورخيص، وهناك من ينتظر ألا تؤذيه الروائح القوية النفاذة التى تزكم أنوفهم بينما يزودون سياراتهم بالوقود، والمعنيون بالبيئة ونظافتها ينتظرون المعجزة التي تقلل من انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون، ومعهم العلماء في خندق واحد حتى تزول غمة الاحتباس الحراري لكوكب الأرض.

فى سيرة حياة العلم بدأت كافة التكنولوجيات التى نتداولها اليوم ونتعامل معها كأساسيات فى حياتنا فى شكل وحدات تجريبية ظهرت فى الأسواق على استحياء، ثم أضفى عليها السوق خصائصه فأخذت تتغير وتتطور يوما بعد يوم، لتحتل مكانتها فى حياتنا، إن المتأمل فى سيرة التقنيات المختلفة كالكمبيوتر ما كان ليتصور مستوى التطور الذى سيبلغه فى يوم من الأيام ولا الطفرات التى سيمر بها ولا تلك

التى سيساهم فى صنعها عندما دمج فى التطبيقات الطبية والصناعية والتجارية والاتصالات وغيرها. لذا فمن المتوقع أن تشهد العقود المقبلة تنامى الاعتماد على الهيدروجين، وربما لا نغالى إذا قلنا إننا سوف نشهد اقتصاد الهيدروجين كما شهدنا فى يوم من الأيام اقتصاد الفحم، واقتصاد البترول، والاقتصاد العالمى. وعلى أولئك الذين لا يثقون فى هذا اليوم ألا يسألوا عليه بعد خمس سنوات، ولا عشر، بل عليهم أن يعوا أننا نتحدث عن ذلك المستقبل الذى يتشكل اليوم فى رحم الغد ليولد بعد نحو عشرين أو ثلاثين عاماً.

فالهيدروجين سوف ينتج من مصدر طاقة متجدد، أو وقود أحفورى، أو الطاقة النووية، ليهيئ المناخ نحو تقبله كمصدر ذى كفاءة للإمداد بالطاقة، إن الأبحاث والتطبيقات الحالية إنما تركز على استخدامه فى وسائل النقل كمصدر جيد يمكن من خلاله الاستغناء عن مصادر الوقود الأحفورى، ومواجهة مشاكل تغير المناخ والتلوث. فالتكنولوجيات الرائدة فى مجالات الأبحاث تشمل خلايا الوقود الهيدروجينية المتناهية الصغر، وسبل الإمداد بالهيدروجين، ومنتجات التبريد والترطيب لخلايا الوقود، وأيضا خلايا وقود الماغنسيوم/الهواء.

إن اقتصاداً ينشأ على مثل هذه الأدوات يحتاج إلى تذليل العقبات التى تواجهه فى عدة نواح منها، العقبات التنظيمية الخاصة باللوائح والتشريعات، وأيضا عقبات توافر البنية التحتية، وأيضا جانب التكلفة الذى لا يقف فى صف خلايا الوقود فى الوقت الراهن، ومشاكل تخزين الهيدروجين المضغوط وخفض تكلفة نقله بالحاويات، وما يواجه تصنيع الحاويات من مصاعب فنية، أضف إلى ذلك الحاجة إلى توزيعه عبر شبكة من الأنابيب(١٤٩). أيضا، يحتاج هذا الاقتصاد إلى البدء فى نشر وحدات تجريبية وتنفيذ مشروعات ريادية يكتسب من خلالها الأفراد الخبرات التى تؤهلهم لتنمية تلك التكنولوجيات والتعرف عن قرب على المشاكل الفنية التى تواجههم، وتقديم حزم من الحلول تعتمد على التفاعل الجيد بين المستخدم والتكنولوجيا بما يحقق قيمة مضافة. وفى هذا الصدد، قامت وزارة الصناعة والتجارة اليابانية

بالبدء فى برنامج للتطبيقات الريادية التى تخدم التنمية المستدامة، حيث تولت وكالة العلوم الصناعية والتكنولوجيا التابعة للوزارة إطلاق «برنامج شروق الجديد» للعمل على تنمية التكنولوجيات النظيفة لإنتاج الطاقة والتى تشمل الهيدروجين، ويعد هذا البرنامج والذى بدئ العمل فيه منذ عام ١٩٩٣ الأطول من حيث مدة تنفيذه والمتوقع عمله إلى عام ٢٠٢٠، أى نحو ثمانية وعشرين عاماً. وفى كندا بُدئ العمل فى أبحاث الهيدروجين وسبل نشرها تجاريا منذ أوائل التسعينات بالتعاون مع إيطاليا وألمانيا، فقد ركزت تلك الأبحاث على نشر استخدامات الهيدروجين فى وسائل النقل.

إن حاجتنا لاقتصاد يعتمد على التقنيات النظيفة، يتطلب منا أن نعى متى يمكن لهذه التطبيقات أن تصبح متاحة بشكل تجارى، بحيث تلبى الطلب عليها، وأن تحقق العائد المرجو منها ألا وهو تقديم خدمة جيدة بمستوى يعول عليه.

## البطاريات

ينظر للبطارية كمجموعة من الخلايا الكيمائية، تُحول الطاقة الكيمائية إلي طاقة كهربية، وتعتبر البطاريات مصدراً للجهد المستمر. فعند وضع معدن ما في محلول موصل للكهرباء مثل المحلول الملحي فإن المادة المعدنية تكتسب جهدا كهربيا نتيجة للتفاعل الكيمائي الذي يؤدي إلي تبادل الإلكترونات بين سطح المادة والمحلول، فإذا وضع معدنان مختلفان في المحلول الكهربي فإن كلاً منهما يكتسب جهداً كهربيا مختلفا، وهو ما يعني حدوث فرق جهد كهربي بين المعدنين، فإذا تم توصيل دائرة كهربية بين هذين المعدنين فإن فرق الجهد يعمل علي دفع تيار من الإلكترونات تتحرك من الطرف الأقل جهدا «آنود» إلي الطرف الأعلى جهدا «كاثود».

يعتبر اختزان الطاقة أحد المجالات الهامة التي تدخل في العديد من التطبيقات مثل تشغيل الهواتف المحمولة والسيارات وأجهزة الراديو والحاسبات. والطاقة –بصفة عامة– يمكن أن تتحول من صورة لأخرى وإحدى هذه الصور وأكثرها شيوعا هي الطاقة الكيميائية التي يمكن حفظها في بطاريات بغرض إنتاج الكهرباء.

ويتعلم الأطفال فى المدارس صنع بطارية بسيطة من ثمار الفاكهة الحمضية،

مثل الليمون، وسلكين أحدهما من النحاس والآخر من الزنك لهما نفس الطول، ولمبة كشاف صغيرة تضئ بغرس كلا السلكين فى ثمرة الليمون. إن مثل هذه التجارب الصغيرة تنقل للأطفال أفكاراً كبيرة وهامة وتبسط لهم المفاهيم العلمية التى اعتمد عليها أليكسندر فولتا فى صنع أول بطارية جافة فى العالم، لذا تقاس الشحنة بين جانبى الدائرة الكهربية بالفولت نسبة إليه. وعلى المستوى التجارى يوجد العديد من البطاريات التى تستخدم أنواعا عديدة من الكيماويات، فبطاريات حامض الرصاص تستخدم فى السيارات، وبطاريات الليثيوم تستخدم فى الكاميرات وأجهزة الكمبيوتر والهواتف المحمولة.

وانطلاقا من مبدأ إمكانية تخزين الطاقة، أخذت العديد من شركات السيارات العالمية التفكير فى تصميم بطاريات يمكنها تشغيل السيارات دون الحاجة للتزود بالوقود، فصُنعت بطاريات الليثيوم-أيون لهذا الغرض وهى تعادل نحو ستة آلاف بطارية هاتف محمول، لذا فإن سعرها مرتفع. وتعتني كثير من الحكومات في الولايات المتحدة الأمريكية واليابان وألمانيا بتشجيع شركاتها الوطنية للسيارات على تطوير مراكم للسيارة الكهربائية بقصد خفض أسعارها. كما تدعم الحكومات مصانع السيارات والمعاهد العلمية بمليارات الدولارات لتشجيعها على تكثيف الجهود في هذا السبيل، فالحكومة الأمريكية تدعم شركات صناعة السيارات الأمريكية بنحو ٢ مليار دولار لتحسين مراكم السيارات، وعلى غرار ذلك تقدم الحكومة الألمانيا نحو ٥ مليارات يورو شركات السيارات الألمانية لإنتاج سيارات أكثر ملاءمة للبيئة وخفض كمية العادم الضارة.

وللصين مشروع كبير في هذا المضمار، فالصين وقد فاتتها صناعة السيارات المعتادة لمدة تبلغ نحو قرن من الزمان بالمقارنة بالعالم الغربي واليابان، إلا أنها تعمل الآن على اختصار هذا الوقت والدخول مباشرة في مجال إنتاج السيارة الكهربائية وتطوير البطاريات الكهربائية التي يمكن إعادة شحنها. وهو ما نجده اليوم فى بطاريات المحمول التي تعمل بالليثيوم أيون، وتبذل الجهد أيضا في مجال البطارية الكهربائية عالية الجودة والمنخفضة السعر.

لذا يعكف العلماء على تطوير مكونات سيارة تستطيع زيادة المسافة التي تقطعها السيارات الكهربية، والتى تصل فى الوقت الراهن إلى نحو ١٦٠ كيلومتر، فالأبحاث تجرى على تخزين الطاقة في ألواح الهيكل الخارجي مثل السقف والغطاءين الأمامي والخلفي، في نفس الوقت توجد مكونات أخرى معززة بالألياف الكربونية أخف بنسبة ٥٠٪ من الصلب وتعمل في الوقت نفسه كبطاريات.

وإذا كان هناك من يعمل فى مجال تخفيف وزن البطارية وزيادة مدة تشغيلها، فيوجد أيضا من يعمل على تثوير طريقة شحن البطاريات، فقد قدمت شركتا سيمنز وبي إم دبليو نظاماً لشحن السيارات الكهربائية لاسلكياً وذلك أثناء مشاركتهما في فعاليات معرض هانوفر ٢٠١١، مستعينين فى ذلك بإيجاد مجال مغناطيسي ينشأ من ملفين أحدهما يثبت في الأرض والثانى يركب في أرضية السيارة، ولكي يتم إجراء عملية الشحن، يتعين على السائق أن يقوم بإدارة محرك السيارة. وبالمقارنة بين الشحن السلكى ونظيره اللاسلكى، نجد أن قوة الشحن فى الأسلوب الأول تصل إلى نحو ٢٢ كيلووات، وهى قيمة تعادل نحو ستة أضعاف الشحن اللاسلكى.

وقد يكون هذا حلا مثاليا لأولئك الذين يروجون لفكرة أن الشبكة الكهربائية لا يمكنها تحمل شحن بطاريات السيارات الكهربائية، ويعد هذا المنطق صحيحاً إذا تصورنا أن الكل قرر شراء سيارة كهربائية وشحنها في نفس الوقت، وهذا غير صحيح على الإطلاق، كما أنه يوجد حلول تكنولوجية مثل الشبكات الذكية والتي تستطيع تعديل توزيع التيار الكهربائي ليتناسب مع بطاريات السيارات الكهربائية بالإضافة إلى مولدات الطاقة مثل الطاقة الشمسية.

**السيارات مرة أخرى ... ولكن كهربائية**

فى عام ٢٠٠٢، أى قبل نحو عشر سنوات، توصلت إحدى الفرق البحثية إلى تصميم أسرع وأصغر سيارة كهربائية في العالم فى ذلك الوقت، كما استقدم أمهر السائقين لتجربتها وإبداء آرائهم وملاحظاتهم عليها، فأجمعوا أن أهم ما يميزها انخفاض صوت المحرك مقارنة بنظيرتها العادية إلى جانب عدم انبعاث أدخنة ملوثة

للبيئة. ويسهم كل من صغر حجم السيارة وسرعتها بدرجة كبيرة في سهولة حركتها فى المدن المزدحمة. واليوم وبعد مرور عقد من الزمن أصبح لقب «سيارة كهربائية» أكثر تداولا على الألسنة، وأكثر قبولا بين فئات عديدة من المستهلكين، بل لقد وجدت السيارات الكهربائية لها مكانا مميزا لا ينافسها فيه أحد فى العديد من الاستخدامات، لعل أبرزها داخل المطارات، وملاعب الجولف، بل وفى باحات المسجدين الحرمين فى مكة والمدينة، يساعدها فى ذلك صغر الحجم وعدم نفث ملوثات داخل مناطق عملها، ورغم أن محرك السيارة الكهربائية يفوق وزن نظيره فى السيارة العاديه وحاجة البطارية للشحن لفترات قد تمتد إلى ثمانى ساعات إلا أن ذلك لايقلل من شأنها.

**برواز: (١٢)**

**فى إطار الاستعدادات الحثيثة في إمارة موناكو لتنظيم حفل زفاف حاكمها الأمير ألبير الثاني على خطيبته شارلين ويتستوك، وفى ظل أجواء إعلامية تترقب كل خبر صغير أو كبير، أعلن الأمير أنه سوف يستقل مع خطيبته سيارة صديقة للبيئة، وبعيدا أن السيارة التى ستستخدم لهذا الغرض هى من نوع ليكزس الفارهة التابعة لمجموعة تويوتا، فقد قامت وسائل الإعلام بتطيير الخبر عبر الشاشات، وصفحات الجرائد، وليقرأ الناس ويسمعوا ويستفسروا أكثر وأكثر عن السيارات صديقة البيئة، والسيارات ذات وقود الهيدروجين، وتلك الكهربائية.**

**وتشترك شارلين التي تبلغ من العمر الثالثة والثلاثين مع خطيبها في الدفاع عن البيئة. حيث ورثت عن والديها حب الطبيعة منذ طفولتها في زيمبابوي، ثم بعد هجرتها مع أسرتها إلى جنوب إفريقيا، أما الأمير فلديه مبادرات كثيرة في مجال حماية البيئة.**

كان سطح القمر مسرحا لأول سيارة كهربائية يقودها الإنسان في ٣ يوليو ١٩٧١، فقد كانت العربة القمرية «Lunar Rover» التى أنتجتها شركة بوينج ضمن البعثة الفضائية إلى القمر مع رحلة أبولو، ليستعملها رواد الفضاء على القمر مزودة بأربع محركات تعمل بالتيار المستمر ويتصل كل منها بعجلة من العجلات الأربع

للسيارة، وزوج من بطاريات فضة - زنك وهيدروكسيد البوتاسيوم، يبلغ جهد كل منها ٣٦ فولت.

وعادة ما يصنع الهيكل الخارجي من مواد ذات درجة عالية من الصلابة والمتانة كالبولي إثيلين غير القابل للضغط أو الثني، ويصل وزنها إلى نحو طن، تساهم فيها البطارية المصنعة من النيكل كادميوم بحوالى ٢٥٪، أما المحرك فبلا صندوق تروس أو دبرياج، و تعتمد على نظام أتوماتيكي لضبط السرعات، ومع تطور الأبحاث ينتظر انخفاض وزنها بما ينعكس بزيادة قوة الدفع(١٥٠).

وتشير توقعات أسواق السيارات العالمية إلى إنتاج نحو ١,٣ مليون سيارة كهربائية بحلول عام ٢٠١٥، يأتى أغلبها من شركتى رينو ونيسان، ٥٦٪، وشركة جنرال موتورز ١٩٪، وميتسوبيشي اليابانية ٨٪، والنسبة الباقية من منتجين آخرين.

أشارت نتائج دراسة حديثة أعدها معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا بأمريكا أن تكلفة إنتاج ١٠٠ ألف سيارة كهربائية سنويا فى أمريكا سيكون أعلى من نظيراتها التي تعمل بالوقود الأحفوري بنسبة ٣٢٪، تمثل تكلفة البطاريات من هذه الزيادة نسبة تتراوح من ٧٪ إلى ٢٣٪. ويتوقع أن إدخال بعض التحسينات سوف يمكن السيارات الكهربائية من المنافسة مع المركبات التي تعمل بالوقود الأحفوري.

أيضا نعرف جميعنا القطارات الكهربائية التى تمتد عبر شبكات السكك الحديدية، ومترو الأنفاق وكلها وسائل نقل تستخدم الطاقة الكهربائية فى تسيير المركبات. أيضا يمتد نطاق عمل وسائل النقل الكهربائية إلى دمج محرك احتراق داخلى مع آخر كهربى لإنتاج سيارة هجين، يمكنها التحويل بين الكهرباء والوقود الحفرى، وتعد هذه التصاميم مدخلا للتغلب على عوائق الحاجة لإعادة الشحن بعد مدة معينة وبالتالى زيادة المسافة التى يمكن أن تقطعها هذه السيارات.

## شبكات الكهرباء الذكية

منذ بروز شبكات الكهرباء إلى حيز الوجود فى أواخر القرن التاسع عشر تبلى هذه الشبكات بلاء حسنا فى نقل الطاقة الكهربية فى اتجاه واحد من محطات التوليد إلى نقاط الاستهلاك. وغالبا ما تقع محطات التوليد فى أماكن بعيدة عن المجتمعات

العمرانية والصناعية. يتم توليد الطاقة الكهربية على جهد متوسط ثم يرفع باستخدام محولات رفع الجهد تمهيدا لنقلها عبر مسافات طويلة قد تصل إلى مئات الكيلو مترات ليخفض الجهد مرة أخرى باستخدام محولات خفض الجهد على عدة مراحل وذلك للاستفادة من المستويات المختلفة للجهد فى التطبيقات الصناعية المختلفة وكذلك لتوزيع الكهرباء على أماكن الاستهلاك. ويفضل أن تكون محطات توليد الكهرباء -بغض النظر عن نوعها- قريبة من مناطق الاستهلاك لتقليل الطاقة المفقودة أثناء نقلها.

وبدخول مصادر مختلفة لإنتاج الطاقة الكهربائية منها ما يربط على شبكات التوزيع أو الجهد المتوسط تغيرت النظرة القديمة لشبكات الكهرباء فلم يعد التوليد قاصرا على بداية خط النقل ولكن أيضا عند مناطق التوزيع وهذا هو الأساس الذى بنيت عليه شبكة الكهرباء الذكية.

وتعد الشبكة الذكية المستقبل المنتظر لتوزيع الطاقة الكهربية، علما بأن كثيراً من الدول بدأت فى إدخالها واستخدامها مما أتاح تواصلا أكثر كفاءة مع المستهلكين وتفاعلا مع احتياجاتهم وتلبيتها بشكل أدى إلى الاقتصاد فى استهلاك الطاقة ومن ثم فى توليد الطاقة الكهربية. وتسمح هذه النظم ذات الديناميكية العالية بدمج العديد من مصادر الطاقة المتجددة الصديقة للبيئة التى يستدعى تشغيلها وجود نظم للتنبؤ بسرعات الرياح وبالإشعاع الشمسى، وهو ما يسمح بالتنسيق مع منتجى الطاقة من المصادر التقليدية حتى يمكن مواجهة العجز من الطاقة الكهربائية عندما يغيب شعاع الشمس، أو تخف حدة الريح، وتعطى فسحة من الراحة لفرق تشغيل المحطات التقليدية وبإتاحة وقت لإجراء أعمال صيانة ترفع كفاءة الوحدات وترفع معدلات إنتاجيتها.

وباستخدام شبكات النقل الذكية يمكن للشبكة استيعاب محطات توليد الطاقة الكهربية التقليدية سواء المرتبطة على جهود عالية أو متوسطة، إلى جانب تلك القريبة من نقاط التوزيع، سواء كانت تقليدية أو متجددة، كما تسنح باستيعاب وحدات تخزين الطاقة، ناهيك عن الإدارة الجيدة للأحمال وذلك بتشجيع المستهلكين على تشغيل

الكهرباء فى غير أوقات الذروة وتقليل الاستهلاك فى أوقات الذروة، فالمستهلكون -أفرادا محدودى الاستهلاك كانوا أو مصانع كثيفة استهلاك الطاقة- يشاركون فى الشبكة كجزء أساسى ليسوا فقط كمستهلكين، بل وأيضا موردين للكهرباء بالإضافة إلى تمكين المستهلك من اختيار المصدر الذى يود شراء الكهرباء منه وعرض الثمن اللحظى للكيلووات، يضاف إلى ذلك تقليل قمة منحنى الأحمال وبالتالى توفير مصادر توليد الكهرباء والاستفادة منها بشكل أقصى.

---





الشبكات الذكية

www.youtube.com/watch?v=YrcqA_cqRD8

---

يتطلب بناء شبكات كهرباء ذكية تطوير العديد من الأجهزة فى كافة قطاعات الشبكة كالتوليد والنقل والوقاية والتحكم وكذلك الأجهزة التى ينبغى توافرها لدى المستهلك ليحدد اختياراته ومن بين هذه الأجهزه، استخدام أجهزة القياس المتقدمة التى تتيح للمستخدم توقع انقطاع الكهرباء بسبب التحميل الزائد والعمل على التنسيق بين المستهلكين والمنتجين لتلافى حدوث هذه الأعطال ليأتى دور أنظمة الاتصالات المتقدمة المعتمدة على استخدام خطوط الكهرباء فى نقل الإشارات وأوامر التشغيل التى تسمح بتخزين المعلومات المتوافرة عن الشبكة وتحسين التحكم فى أجزائها، نظرا لكون الطاقة المتولدة من مصادر الطاقة المتجددة ذات طبيعة متغيرة يصبح الاعتماد على هذه الطاقة قليل الفائدة دون وجود أنظمة ذات كفاءة عالية لتخزين الطاقة، لتدمج أنظمة تخزين الطاقة التى تحقق الاستفادة المثلى للطاقة المنتجة من مصادر الطاقة المتجددة، ودعم استقرار الجهد فى حالات التغير اللحظى للكهرباء، ويمكن الاستغناء عن أنظمة التخزين الخاصة بأنظمة الطاقة المتجددة باستخدام نظم للتنبؤ بالظواهر الجوية كالإشعاع الشمسى وسرعة الرياح، بما يسمح بالتعرف على حالات التشغيل مسبقا والتنسيق مع باقى قطاعات الإنتاج، ليتمكن المستهلك

من تخطى حالات انقطاع الكهرباء، وزيادة درجة الوثوقية فى مصادر توليد الكهرباء تقليدية كانت أو متجددة.

إن استخدام البطاريات العملاقة (تقاس قدرتها بالميجاوات) لتخزين الطاقة يسمح باستخدامها فى حال زيادة الأحمال أو انقطاع التيار من الشبكة وذلك بتحويل التيار المستمر إلى تيار متردد، وإذا كانت البطاريات العملاقة هى محل الاستخدام فى محطات إنتاج الكهرباء من المصادر المتجددة، فإننا نستطيع تقليص حجم هذه البطاريات إلى أحجام صغيرة متواضعة (بضعة كيلوات) بدمجها فى نظم التوليد الصغيرة التى تغذى المنازل والوحدات الصغيرة. من هذا المنطلق يمكن التحكم بكفاءة فى إقامة محطات لإنتاج الطاقة الكهربائية يقتصر توجيه الكهرباء الناتجة منها فى شحن السيارات الكهربائية، أى أن هذه المحطات سوف تعمل كمحطات للتزود بالكهرباء على غرار المحطات المقامة حاليا والتى تستخدم للتزود بالوقود. فى هذا الإطار تأتى البطاريات مرتفعة الكفاءة والسريعة الشحن إلى جانب استيعاب طاقة تكفى لمسافات أطول على رأس قائمة الأولويات التى تشغل معاهد ومراكز الأبحاث المنتشرة فى كثير من الدول المتقدمة وأيضا الناهضة كالصين وسنغافورة.

## نقل الكهرباء لا سلكيا

فى بدايات عصر التليفون كان استخدام الأسلاك فى نقل المكالمات أمرا ضروريا، فمع أن حدث نقل الصوت عبر الأسلاك فى حياة أجدادنا أمر لم يتخيل أحد معه أن نستغنى فى يوم من الأيام عن تلك الأسلاك، حتى أنشئت وزارات فى دول عدة تحمل صفة «الاتصالات السلكية» فى إشارة إلى تلك التكنولوجيا التى تساهم بشكل فاعل ومؤثر فى حياتنا وفى رسم طبيعة الأسواق والعلاقات التجارية والإنسانية عبر الأسلاك. واليوم يقف التليفون المحمول متحديا، فلا أسلاك، ولا هوائيات للاستقبال والإرسال، وتضاءل حجمه حتى صار فى حجم بنان طفل وسطوة عملاق !!.

لقد كان نقل رسالة صوتية من شخص إلى آخر يتطلب وجود الشخصين فى حيز مكانى محدد، أى القائل والسامع معا وجهاً لوجه، ومن فم إلى أذن يسرى الحديث همسا وصخبا، رضا ورفضاً داخل حيز محددة إحداثياته يضم الجميع، وبتطور نظم

الاتصال أمكن نقل الحديث الشفاهى بين الأشخاص دون الحاجة للتواجد فى نفس المكان، شرط أن يتحدث كل منهما من نقطة ثابتة لا تتغير، ربما كانت غرفة، وربما محل عمل، أو أى مكان آخر، ومع هذا التطور فقد الإنسان رؤية وجه من يتحدث معه، فتقاربت الآذان وتباعدت العيون، إلا أن البحث العلمى أبى أن يفقد الإنسان صفة النظر إلى من يتحدث فظهرت الهواتف يصاحبها كاميرات تنقل الصور، ثم قفزت التكنولوجيا بالإنسان بعيدا فأصبح يرى ويسمع دون حاجة للتقيد بالمكان، حتى صار المكان يتغير فى كل لحظة نتحدث فيها من هواتفنا المحمولة، ومع هذا لا نفقد رؤية من نحدثه ولا صوته !!.

أيضا تلازم تطور الحاسب الآلى باستخدام الكابلات فى نقل البيانات سواء بين مكونات الجهاز نفسه أو فى الحوار مع أقرانه عبر شبكة اتصالات، فالفأرة تتصل بكابل رفيع مع وحدة التشغيل المركزية التى تتصل بكابل مماثل مع لوحة المفاتيح، وبكابل أسمك قليلا مع الطابعة، وهكذا تتصل الوحدات الطرفية مع وحدة التشغيل المركزية من خلال غابة من الأسلاك. واليوم تتخاطب الوحدات الطرفية وتتصل مع جهاز الكمبيوتر لا سلكيا عبر موجات الراديو المكونة من طيف من الموجات الكهرومغناطيسية بطول موجي أعلى من تحت الحمراء، لتتخاطب هذه الوحدات وتتفاهم باستخدام لغة لا نراها ولا نسمعها لكننا نرى أثرها، فى إنجاز ما نريد من إجراءات.

وعلى هذا المثال، تنتج الكهرباء بانتقال فيض من الإلكترونات من نواة إلى أخرى، فكل نواة تتكون من عدد معين من الإلكترونات والبروتونات والنيترونات، ويمكن تصنيف الأنوية كأحد نوعين إما «مستقرة» أو غير مستقرة»(١٥١). وتسمى النواة مستقرة إذا كان عدد الإلكترونات مساويا لعدد البروتونات. فالنواة التى تحتوى على ٦ بروتونات يجب أن تحتوى على ستة إلكترونات، يعرف عنصرها باسم «الكربون». ويوجد ١١٨ عنصر مختلف هى التى تشكل الحياة من حولنا، منها الأكسجين الذى يمثل أحد أهم عناصر الحياة على كوكب الأرض.

أيضا يرجع انتقال الكهرباء فى مواد وعدم انتقالها فى مواد أخرى إلى ما يعرف بمقاومة المواد، وتعتمد مقاومة سلك ما على سُمك السلك وطوله بالإضافة إلى المادة المصنوع منها السلك. هذا وتستخدم العديد من المواد مثل النحاس والألمنيوم والحديد لصناعة الأسلاك المستخدمة فى نقل التيار الكهربي، وكل نوع من هذه المواد له مقاومة مختلفة، وأقل هذه المواد مقاومة هى أفضلها فى نقل التيار الكهربي. ويعتبر النحاس أحد أفضل هذه المواد، ولهذا السبب فإن كل أسلاك الكهرباء الموجودة داخل منازلنا مصنعة من النحاس. على العكس من هذه المواد، يأتى البلاستيك كمادة عازلة للتيار الكهربي، وهو ما يجعله مناسبا للاستخدام كغطاء للأسلاك الموصلة للكهرباء، أما الزجاج والفخار والسيراميك فتستخدم كعوازل توضع فى نهايات الكابلات المشدودة على الأبراج، لتعمل كعازل بين الكابلات والأبراج.

فى هذا المناخ نمت الكهرباء التى نعرفها اليوم تأتى إلينا منقولة عبر كابلات غليظة وأسلاك أرفع من مناطق إنتاجها إلى نقاط استهلاكها. ولا يتخيل أحد أن يأتى يوم تسرى فيه هذه الكهرباء لا سلكيا، حتى أن طرح مثل هذا الأمر يعد ضربا من الخيال لا يجد -عند كثيرين- ما يسانده حتى لو مهدنا لذلك بتجربتى بدايات تليفون جراهام بل والحاسبات.

ومع ذلك فنحن نعرف نوعاً آخر من الطاقة الكهربية هى الكهرباء الساكنة، والتى تُعرف بأنها الكهرباء التى توجد فى مكان محدد ولا تنتقل إلى مكان آخر. وكثيرا ما أجرينا صغارا تجاربها البسيطة المتمثلة فى تمشيط شعر الرأس ثم تقريب ذات المشط من قطع صغيرة من الورق، ولطالما دهشنا صغارا عند انجذاب تلك القطع الورقية إلى المشط، والتى ما كانت لتحدث لولا تلك الكهرباء الساكنة.

وتمثل الصواعق الكهربية الناشئة عن البرق والرعد أحد أنواع الكهرباء الساكنة، فنتيجة لاحتكاك السحب ببعضها البعض تكتسب السحب شحنة سالبة، فى حين تكون الأجسام المعدنية الموجودة فوق أسطح المنازل مثل أطباق الاستقبال والهوائيات وتلك الموجودة على الأبراج موجبة الشحنة، وكنتيجة لكون السحب ذات شحنة عالية

فإنه من الممكن أن ينتقل إلكترون من الأرض إلى السحب أو من سحابة لأخرى، وهو ما يكفى لإحداث صاعقة.

ينطلق خيال المبتكرين فى نقل الكهرباء لا سلكيا، ليس هذا فحسب بل امتدت تصوراتهم الخيالية حاليا الواقعية فى المستقبل القريب إلى وضع أقمار اصطناعية فى الفضاء الخارجى تحول ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية تبثها فى مناطق بعينها ويتم استقبال هذه الكهرباء من خلال هوائيات صممت لهذا الغرض، تتصل بكابلات تنتشر داخل المنزل أو وحدات أخرى تبث الكهرباء إلى الأجهزة الكهربائية التى تحتاج إلى كهرباء لتشغيلها.

يوصف نيقولا تسلا بأبو الفيزياء، ويرجع إليه الفضل فى اختراع التيار المتردد، وأيضا اختراع المولد الحثى الأول، إلى جانب عدد كبير من الاختراعات ذات الصلة. نجح تسلا فى عام ١٨٩٩ أن يبيع اختراعه الخاص بمولد ينتج التيار المتردد إلى جورج وستنجهاوس الذى حقق به طفرة هائلة فى تشغيل الآلات والمعدات.

وفى عام ١٨٩٩ تمكن تسلا من إرسال طاقة كهربائية بتردد عال لمسافة كبيرة دون استخدام أسلاك، كما تمكن من تزويد أحد البنوك بطاقة كهربائية تسمح بتشغيل منظومة الإضاءة فى ذلك الوقت دون استخدام أسلاك. إلا أن تسلا توقف عن استكمال أبحاثه فى مجال نقل الطاقة الكهربائية لا سلكيا فى عام ١٩١٦. ومنذ ذلك التاريخ لم يتعد هذا العلم خط الأبحاث المعملية.

ولا شك أن أحفادنا سوف يرون فى أحد الأيام كهرباء يتم نقلها لا سلكيا، فى هذا الوقت سوف يتخلصون من غابات الكابلات التى تتطلبها نقل الكهرباء، وسوف تتوافر لديهم المواد الخام كالنحاس والألومنيوم اللذين يصنع منهما كابلات نقل الطاقة، وسوف تقدم لهم التكنولوجيا حلولا مبتكرة لاستجلاب الطاقة أينما حلوا أو ارتحلوا!!.

## الفصل العاشر

### مدينة الشمس

للخيال العلمى دور فى صياغة ماضينا وحاضرنا لا يستطيع أحد أن يتجاوزه، وفى ظل التطورات التكنولوجية التى نعيشها اليوم، وتتلاحق متسارعة، يصبح الخيال العلمى محددا رئيسيا لمستقبلنا وملهما لكثير من الابتكارات والحقائق التى ربما لن ندركها نحن ويدركها ويعيشها أبناؤنا. يذكر الدكتور فاروق الباز-عالم الجيولوجيا بوكالة ناسا الأمريكية لعلوم الفضاء- أن علماء النفس فى الوكالة أرادو معرفة كيف وصل مصممو سفينة الفضاء أبوللو إلى الشكل الذى انطلقت به إلى أجواز الفضاء، فما كان منهم إلا أن عقدوا جلسات استماع منفردة لهؤلاء المصممين، وكانت النتيجة أن جميع المتخصصين الذين شاركوا فى تصميم سفينة الفضاء كانوا مولعين فى صغرهم بقراءة قصص الخيال العلمى، وأن كلاً منهم تأثر بقصص ارتياد الفضاء، وتمنى صغيرا صنع آلة تستطيع أن تسافر من الأرض إلى الفضاء، فتدور دورتين حول الأرض، يتوقف فى كل واحدة منهما قبالة مدينته التى يعيش فيها، ثم يعرج إلى القمر حاطا على أرضه، قابضا على رماله ليقدمها لمحبوبته عند إيابه هامسا «قبضة من رمل قمر طالما نظرنا إليه معاً أهديها إليك!!».

ونظرا لأن القصص التى قرءوها أطفالا رسمت فى مخيلتهم صورا عن تلك المركبات التى يمكن أن يستقلوها، فقد بقيت فى ذاكرة كل منهم حتى كبروا وصاروا مسئولين فى عملهم، وعندما طلب منهم تصميم مركبة فضاء، استحضر كل منهم خياله وترجمه إلى واقع حقيقى، ظهرت على أثره أبوللو !!.

من هذا المنطلق كان الخيال العلمى القاعدة التى ارتكز عليها التطور العلمى رغم كونه نوعاً من الأدب قوامه الخيال، إلا أنه بالغ الأثر على الإنسانية. نشأ الخيال العلمى فى أعقاب التقدم العلمى الذى بدأت تباشيره فى القرن السابع عشر، ويرى البعض أن رواية «صومنيوم» التى وضعها عالم الفلك يوهانز كيبلر عام ١٦٣٤، هى إحدى أقدم روايات الخيال العلمى، تلى ذلك عدة روايات اختلفت فى مدلولاتها وموضوعاتها إلا أنها عدت جميعها ضمن مرحلة البدايات الأولى، وبظهور كتابات جول فيرن فى القرن التاسع عشر، وتحديدا رواية «من الأرض إلى القمر» عام ١٨٦٥

بدأت مرحلة جديدة من مراحل كتابات الخيال العلمى، ظهرت بعدها رواية هربرت ويلز «آلة الزمن» فى عام ١٨٩٥، التى ما زالت تقرأ وتشاهد كأفلام للأطفال والكبار حتى يومنا هذا.

ويمكننا القول بأننا نعيش الآن نتاج أدب الخيال العلمي الذى كتبه الأدباء القدامى منذ عشرات السنين، وفى العصر الحالى توشك الحدود الفاصلة بين العلم والخيال أن تتلاشى بعد أن تحققت الكثير من نبؤات الخيال العلمى وتحولت لواقع ملموس، كما أن هناك اليوم سباقا هائلا بين العلماء وكتاب الخيال العلمي، حول أفكار وإنجازات المستقبل فى شتى المجالات، لدرجة أن وقائع الثورة العلمية والتكنولوجية السريعة والمذهلة قد تجاوزت الكثير مما نصفه خيالا علميا. لعب الخيال العلمى وما زال دورا كبيرا فى الوصول إلى الكثير من الإنجازات العلمية التى تحققت خلال النصف الثانى من القرن العشرين وبدايات القرن الحالي، بدءاً من السفر للفضاء ونهاية بالعلاج

الجينى والاستنساخ. وكمثال، فقد تنبأ كاتب الخيال العلمى البريطانى الشهير هربرت جورج ويلز فى روايته «تحرر العالم» عام ١٩١٤، باكتشاف الطاقة الذرية وتحررها والإشعاع الصناعى وتطور القنابل الذرية، ليؤسس عالم الفيزياء الأمريكى المجرى المولد ليو زيلارد على تنبؤات ويلز معادلات نظرية مثلت الأساس فى مشروع مانهاتن الأمريكى لتصنيع القنبلة الذرية عام ١٩٤٥.

وبإدراك الدول المتقدمة لأهمية الخيال العلمى فى إعداد جيل من العلماء والمبدعين، أدرجت مناهجه فى مراحل التعليم المختلفة، وافتتحت له أقسام دراسية خاصة فى العديد من الجامعات. وتحتل كتبه واجهات العرض فى المكتبات جاذبة هواة القراءة والعلماء الراغبين فى إثراء خيالهم الإبداعى بالعمل على تلاقح أفكارهم كعلماء مع نظرائهم من الأدباء.

من هنا نبنى مع بعضنا البعض فى هذا القسم من كتابنا مدينة للشمس، تستمد جل طاقتها من المصادر المتجددة بأنواعها المتعددة، فمن الشمس الساطعة تضاء الغرف، وتدور محركات الثلاجات والغسالات ومحمصات الخبز وماكينات إعداد القهوة وباقى الأجهزة المنزلية، ومنها أيضا تُسخن المياه، ويعاد تدوير المخلفات لتمدنا بشئ من حرارة، أو بغاز يطهى به طعام. مدينة تصبح فيها خلايا الوقود ملمحا أساسيا وقاسما مشتركا، أما طاقة الرياح، فتنتشر توربيناتها الصغيرة أعلى المنازل والعمارات، بينما تحصد وحداتها الأكبر الطاقة فى المناطق ذات السرعات العالية لتضخ الكهرباء فى الشبكة، يحصل سكانها على الطاقة كل بحسب احتياجه، فسكان المنازل يحصلون على الطاقة اللازمة لتسخين المياه وإضاءة منازلهم، فإذا ركبوا سياراتهم زودوها بوقود من مصادر لا تضر البيئة، باختصار سوف تصبح المدينة موطنا لساكنيها وللطاقات المتجددة.

### ملامح من خيوط الشمس

تتعدد مدن الشمس فى بقاع الأرض، ففى سوريا يطلق على بعلبك مدينة الشمس، وتستأثر مدينة صور بلبنان بهذا اللقب، وفى جنوب إفريقيا تحوز مدينة صن سيتي الواقعة على بعد ١٩٠ كيلومتر من العاصمة جوهانسبرج اللقب، ناهيك عن أنه

اسمها، أما شعب الإنكا ذو الحضارة التى ما انفكت تخلب عقول أهل هذا الزمان، فقد أطلق لقب مدينة الشمس المقدسة على مدينة «ماتشو بيتشو» الإنكية القديمة الواقعة أعلى جبال الأنديز بالقرب من نهر أوروبامبا في البيرو. وفى مصر الفرعونية أقيمت مدينة الشمس أو مدينة أون شرق العاصمة القاهرة، والتي ظلت لعصور طويلة مركزا دينيا مهما لإله الشمس، الذى عبده المصريون القدمـاء. وبمرور الزمن جرى على مدن الشمس ما يجرى على البشر والخلائق من مراحل نمو، تبدأ طفولة واعدة مميزة، ثم بلوغاً، فشباباً فتيا، فشيخوخة، فهرماً، حتى تصبح أثراً بعد عين، وأطلالا تشهد مجد أمم سابقة !!.

أما مدينتنا التى سوف نبنيها فى هذا القسم من الكتاب، فهى مدينة خُططت ملامحها من خيوط الشمس نتصورها فى عالم المستقبل نموذجا يحتذى نراه مستقبلا فى المدن صغيرها وكبيرها، يربط بينهم نظم طاقة مستدامة نظيفة، متجددة، صديقة للبيئة المحيطة بها، يراعى مصمموها البعد البيئى وسوف نضع فى الصفحات التالية أطرا عامة لهذه المدينة التى نأمل أن ندركها، تماما كما تمنى كاتبنا الكبير نجيب محفوظ على لسان عبد ربه التائه فى روايته «أصداء السيرة الذاتية»، عندما قال:

«**الطوفـــان ....**

***سيجىء الطوفان غدا أو بعد غد، يكتسح النساء والفاسدين العاجزين ولن تبقي إلى قلة من الأكفاء. وتنشأ مدينة جديدة تنبعث من أحضانها حياة جديدة ليت العمر يمتد يا عبد ربه لتعيش ولو يوما واحد في المدينة الآتية»***

فكل منا يحلم بمدينة ينبعث من أرجائها النور، مدينة تسبح فيها الحكمة والموعظة الحسنة، وتأتى طاقتها من مصادر نظيفة لا تؤذى أبناء الحاضر، ولا تهضم حق أحفاد يخبئهم المستقبل القريب. وعندما تولد هذه المدينة الجديدة التى تستمد طاقتها من مصادر مستدامة نظيفة، سيكون الطوفان قد اكتسح المصادر التقليدية العتيقة لإنتاج الطاقة، التى لن يتمسك بها إلا كل رافض للتقدم والتطور، فستفرض الشبكات الذكية والمصادر المتجددة نفسها بتنوع تقنياتها، وأنماطها الفريدة، والثقة التى تعطيها للمستثمرين والمستخدمين على حد سواء، حتى أن أبناء ذلك الغد يسعون

لاستخدامها بشئ من الاعتياد يفارقه الغرابة التى نراها اليوم على وجوه أولئك الذين ما زالوا يرون فى التوجه نحو مصادر الطاقة المتجددة سفها وترفا، ولا عجب .. لقد كان اقتناء هاتف محمول فى بدايات التسعينات أمراً مكلفا، رأى فيه الكثيرون ترفا لا ضرورة له، ووجاهة لا يبحث عنها الكثيرون، إلا أن الأيام أثبتت أنه ضرورة ملحة فصار لكل فرد فى الأسرة هاتف محمول يضم أسراره، ويحدد مكانه، لينزوى الهاتف التقليدى وحيدا منهكا خجلا من منافسة لا ترحم، وإمكانات لا تقارن بينه وبين نظيره المحمول، وهو ما نستنشقه فى المستقبل كنتيجة حتمية للصراع بين المصادر الأحفورية والمتجددة.

وبالعودة إلى المدن نجد أنها تشبه الكائنات الحية فهى تأكل، وتستهلك الطاقة، وأيضا ينتج عنها فضلات، والمدن التى تنشد البقاء تبحث عما يدعم نظمها البيئية، أى تبحث عن الاستدامة، وهو ما يظهر بشكل ملح فى المدن الكبيرة، فهى الأكثر عرضه للتأثيرات السلبية على البيئة وآثار ذلك على التنوع البيولوجى والحياة، إن التغيرات المناخية تؤثر بشكل مباشر على المدن مؤدية إلى نوع من عدم الاستقرار فى نمو الكائنات الحية، نباتية كانت أو حيوانية، وإلى تأثر مستوى وفرة المصادر كالمياه التى منها خلق كل شئ حى. فى مدن المستقبل سوف يعاد استخدام المياه مرة أخرى مضافا إليها مياه الأمطار، وستصنف بعد ذلك بحسب مستوى وأسلوب معالجتها، فمنها ما يعاد استخدامه فى الرى، أو تنظيف الشوارع، وربما حمامات السباحة والشرب، إننا نبحث عن مدن تنسجم بيئيا.

لذا فنحن فى أشد الحاجة إلى مدن تتميز ببساطة عمرانها وتخطيطها، وقد يبدو ذلك بالاستفادة من المساحات الأفقية قدر الإمكان بدلا من تكديس الأدوار السكنية فوق بعضها البعض، فالمبانى الكبيرة كالأفيال عملاقة فى حجمها تحتاج إلى قدر هائل من الطعام أما الارتفاعات المنخفضة فلا تحتاج إلى نفس القدر من الطاقة تعطينا الإحساس بالرحابة وأن المساحات المحيطة بالمنزل ليست سوى امتداد له، فلا حاجة إلى مصاعد تجرى بنا فالأدوار متقاربة. أيضا ستساعدنا تلك المبانى البيئية

على مراعاة البعد البيئى بشكل أفضل حتى مع استهلاكنا للطاقة والتى تحتم علينا إصدار ضوضاء وحرارة حتى ننتجها.

إننا لسنا فى حاجة إلى مواد معقدة تتطلب عمليات تصنيع طويلة تلتهم الطاقة حتى تنتج لنا مواداً تساعدنا على زيادة عدد أدوار المبنى، لسنا فى حاجة إلى مضخات لرفع المياه، فقط نريد مبانى بسيطة من دورين توفر قدرا لا بأس به من الطاقة عند مقارنتها بتلك المبانى الشاهقة الارتفاع، مدن ذات طرق متسعة لا تستهلك طاقة كبيرة فى التنظيف.

### من أين تأتى هذه الطاقة الهائلة؟

تحتاج المدن الحديثة إلى طاقة هائلة تواجه بها الاستهلاك المتنوع، فكلما كان حجم المدينة كبيرا قفز الاستهلاك بعيدا، فمثلا تتناسب شبكات الطرق والمواصلات مع حجم المدينة طرديا، تزيد بزيادتها وتتضاءل بصغر مساحتها، وكلما امتدت أطراف المدينة بعيدا عن المركز استدعى ذلك مد الطرق لتعمل كشرايين تنقل الدم إلى المناطق المختلفة فتنعم بالحياة الحديثة، يستوى فى ذلك الريف والحضر، حيث يحصل سكانها على خدمات لا تقل فى جودتها عن مستوى محدد.

كنت فى زيارة لقرية إيطالية صغيرة اسمها «تودى»، ليس فيها غير شارع تجارى واحد وصغير، تكاد لا تجد فيه محلين يبيعان نفس المنتج، فمنتجات البقالة يبيعها متجر واحد صغير ونظيف، وما تحتاجه من ملابس أطفال يمكنك أن تحصل عليه من متجرين بالعدد ليس أكثر، وإذا أردت شراء صور تذكارية فعليك شراؤها من الكشك القابع على ناصية الرصيف يبيع معها الحلوى والجرائد اليومية، وفى كل هذه المتاجر المختلفة تستطيع أن تدفع ثمن مشترياتك بكروت الائتمان، وفى جميعها أيضا يمكنك أن تحصل على جداول مباريات الأسبوع ومواعيد الأتوبيس كخدمات مجانية إعلانية تسلى الزبائن بمتابعتها على الشاشات الإلكترونية المتحركة أعلى كرسى محصل النقود، كل هذه الخدمات وغيرها كثير يتوافر فى روما العاصمة بنفس الأسلوب ونفس مستوى الخدمة الجيدة، الفارق الوحيد بين ما تجده فى القرية وما تتيحه المدينة

كان فى حجم المتاجر واتساعها، فمتاجر المدينة أكبر قادرة على استيعاب عشرات الزبائن فى نفس الوقت، أما فى القرية فتستطيع المحلات استيعاب زبائن فرادى، يتناسبون مع حجم القرية وزوارها، لكن مستوى الخدمة واحد !!.

من هذا المنطلق يتجه الكثيرون للعيش فى القرى والمدن الصغيرة بحثا عن الهدوء، ومزيد من الصفاء النفسى، يشجعهم على ذلك أن ما تتيحه المدينة صغيرة أو كبيرة من خدمات لا تفتقر إليه القرية، ليس هذا فحسب بل وبعدا عن التلوث الذى يصم المدن الكبيرة. فى هذا الصدد تحتل العاصمة الهندية نيودلهى المركز الأول من حيث أكثر المدن تلوثا، تليها العاصمة المصرية القاهرة، فمدينة كلكتا الهندية، علما بأن تعداد سكان هذه المدن لا يضعها فى ذات الترتيب، فنيودلهى وكلكتا تحتلان المركزين الثامن والعاشر من حيث عدد السكان الذى بلغ فى كل منهما حوالى ١٤ مليون نسمة، وتأتى القاهرة فى المركز الثامن عشر بنحو ١١ مليون نسمة(١٥٢). أى أن عدد السكان ليس سببا لزيادة معدلات التلوث، وللتأكيد على ذلك نجد العاصمة اليابانية طوكيو على قمة المدن من حيث عدد السكان، إذ يبلغ عدد قاطنيها حوالى ٣٥ مليون نسمة ومع هذا يأتى ترتيبها فى المركز السابع والخمسين من حيث نسبة التلوث. أما ثانى مدن العالم من حيث السكان فهى نيويورك التى تستوعب قرابة ٢٢ مليون نسمة، ومع هذا يأتى ترتيبها على مقياس التلوث فى المركز السادس والتسعين.

وحيث إن معظم التلوث يأتى من مصادر استهلاك الطاقة، أى أن المدن كثيفة التلوث تستهلك قدرا من الطاقة أكبر من نظيرتها الأقل تلوثا مقاسا بعدد السكان، يصبح معه تصور ارتباط زيادة التلوث بعدد السكان محض افتراء. إن تطبيق نظم كفاءة الطاقة وترشيد استخداماتها يجعل أداء منظومة الطاقة أكثر كفاءة تكفل للجميع تحقيق قيمة مضافة أعلى لكل وحدة طاقة منتجة، فاليابان تنتج نحو ٧٠٪ من كهربائها من مصادر أحفورية، وأمريكا تعتمد فى إنتاج الكهرباء على ٢٥٪ من الفحم وحده، ناهيك عن البترول والغاز والمنتجات البترولية الأخرى، ومع هذا تأخذ ترتيباً متأخراً جدا فى سلسلة المدن الأكثر تلوثا فى العالم.

على هذا الأساس لا يشغل بالنا زيادة عدد سكان مدينة الشمس، بل يشغلنا متوسط احتياجات السكان من الطاقة، حيث لا يقتصر الرقم على متوسط استهلاك الطاقة فى المنازل وحسب، بل وفى الصناعة، والتجارة، والزراعة، ليكفى أنشطة الجنس البشرى الذى يتغذى على الطاقة كما يتغذى الرضيع على ثدى أمه، لا يفارقه ولا تفارقه، فليس من الطاقة فطام!!.

والطاقة التى تحتاجها مدينتنا تأتى من المصادر المتاحة فيها أولا، ثم تستكمل احتياجاتها من فوائض المدن المجاورة إن لزم الأمر، فكل مدينة تعمل على إنتاج طاقة نظيفة من الشمس الساطعة وقت النهار تنتجها مركزات شمسية ذات كفاءة عالية، أو خلايا فوتوفلطية تعمل على شعاع شمس ذهبى، وطاقة رياح تنتشر توربيناتها فى المناطق المختلفة بأطراف المدينة ووسط زراعاتها تترقب هبوب الريح محولة إياها إلى كهرباء، أما مخلفاتها فتتجمع فى مناطق بعينها كل نوع فى مكان لتحمله السيارات إلى حيث يعاد استخدامه أو لإنتاج طاقة، هذا بخلاف وجود وحدات صغيرة بجوار كل منزل تتولى تحويل الكتلة الإحيائية إلى طاقة ربما كهربائية أو حرارية، بحسب رغبة قاطنيه واحتياجاتهم، وسوف تنتشر تلك الوحدات بجوار المطاعم العامة التى يتخلف عنها فوائض طعام تحتاج لاستثمارها مرة أخرى.

إن المصدر الرئيسى للطاقة فى مدينة الشمس يأتى من المصادر المتجددة ريحا وشمسا، مدا وجزرا، وغيرها من المصادر الأخرى، فى حين تأتى المصادر الأقل تلويثا فى المرتبة الثانية، ويتأخر الوقود الأحفورى للمرتبة الثالثة على استحياء. وقد يظن البعض أن مصادر الطاقة المتجددة لن تفى باحتياجاتنا كبشر، إلا أن تكنولوجيا الغد –قياسا على تكنولوجيا اليوم بأدواتها المتواضعة– تخبرنا أنها تكفى وتزيد، وسيصبح المحك أى تكنولوجيا نستخدم !!.

### تخطيط مدينة الشمس

يسعى الناس إلى السكن فى المدن ذات الشوارع المتسعة، النظيفة، التى تنتشر فيها الخضرة، ويشملها الهدوء، وقد التفتت شركات الاستثمار العالمية لهذه الرغبات،

فاتجهت تبنى المناطق الصحراوية خارج الأحوزة العمرانية، لتنشئ مدنا خضراء لكنها غير ذات كفاءة فى استهلاك الطاقة، فتصميم تلك المدن يعتمد على الرفاهية فى التصميم المصحوب باستهلاكات كبيرة للطاقة الكهربائية، فكهرباء لتكييف المنزل وتسخين مياهه، وضخ وتدفئة مياه حمام سباحته، وللطهو، وغيرها من المفردات التى تعيش على الكهرباء. والرفاهية كهدف لا خلاف على أحقيته لكافة أطياف المجتمع شريطة أن تقرن بالاستدامة فى استخدام المصادر المتاحة لإنتاج الطاقة.

فنشأة المدن وتطورها يرتبط بجملة من العوامل الاستراتيجية المتعلقة بالموقع والموضع والعوامل الاقتصادية المرتبطة بالإنتاج، وأيضا العوامل السياسية نظرا لتقسيمها الإداري. ومدينة الشمس التى نضع لها إطارا عاما يخلو من التفصيل الذى يجيده أهل التخصص فى تصميم المدن وتنفيذها، وأهل الذكر فى تخطيط المجتمعات العمرانية المستدامة، تعيش المدينة على الشمس رمز الطاقة المستدامة متجددة كان مصدرها أو غير ذلك. يقصدها السكان طبقا لدوافع عديدة (كالعمل، والترفيه، ...) ولا يقصدونها لتميزها باستدامة مصادر طاقتها لأنها كنموذج لن يكون فريدا بل نموذجاً عاماً يتكرر فى كافة المدن صغيرها وكبيرها، حضرها وريفها، نائيها ومركزها.

يضع مخططو المدن المستقبلية اعتبارات عديدة قبل الشروع فى تصميم مدنهم المنسجمة بيئيا، فالدراسات البيئية لها صفة الأولوية والقول الفصل فى تحديد مصير المخططات المقترحة لإنشاء المدن، أما المبانى فتخضع لدراسات عن الطاقة، والعزل المستخدم، والخامات المستخدمة فى البناء، وسوف تحصل المبانى المكتفية ذاتيا من الطاقة على تصاريح فورية خضراء اللون، فى حين يضطر أصحاب المبانى المستعيرة للطاقة لتوقيع اتفاقيات شراء طاقة من شركات بيع الطاقة الخضراء حتى يمكنهم الحصول على تراخيص البناء.

من ناحية أخرى سيتمكن قاطنو المدينة من اختيار نوافذ سابقة التجهيز، تتميز باستخدام ألواح الخلايا الفوتوفلطية بدلا من الزجاج العادى، وسوف تتمكن

التكنولوجيا فى ذلك الوقت من إنتاج ألواح خلايا فوتوفلطية تشابه الزجاج تماما من حيث الشكل، لكنها ستكون قادرة على إنتاج الكهرباء وتخزينها ذاتيا فى جسم الضلفة نفسه، أى أن الضلفة ستعمل كوحدة لإنتاج الكهرباء وفى نفس الوقت تؤدى الدور المطلوب من النافذة، فى منع الريح والبرد أن يدخلا الغرفة، مع سماحها للضوء أن يدخل.

إن التناغم المعلوماتى الذى سينشأ بين مكونات المنزل وأجهزته سوف يُشعر الساكن أنه محل اهتمام، فكون المبنى مصمماً على نظم ذكية فى التعامل مع الطاقة لن يؤثر فى نمط حياة الأفراد، بل سيجدون أن عوائدهم من استخدام النظم الذكية قد قدم لهم حلولا لمشاكل ارتفاع فاتورة الكهرباء، والصعوبة التى كانوا يتعاملون بها مع مخلفاتهم، وكيف أن نظم الطاقة الذكية أعفتهم من تلوث البيئة الذى يحيط بكثير من سكان العالم الثالث جراء عدم التخلص الصحيح من المخلفات، كما أنها أعطت لهذه المخلفات قيمة مضافة، إثر تحولها إلى مصدر للطاقة.

الشئ الآخر، أن مدن المستقبل لن تشهد محطات توليد الكهرباء العملاقة التى نراها اليوم، بل ستتحول تلك المحطات إلى مزارات سياحية، ومعارض للتطور التكنولوجى الذى سيعيشه فى ذلك اليوم سكان مدن الشمس، إذ تسمح لهم وحدات إنتاج الطاقة الصغيرة والتى سيكون فى مستطاع الأفراد العاديين امتلاكها لتغذية أحمالهم سواء كانت هذه الأحمال عدة لمبات إضاءة محدودة، أو فيلا تتناثر غرفها مع دوران الشمس فتستقبلها منذ الشروق وحتى الغروب. إن اقتناء النظم المستقبلية المعتمدة على خلايا الهيدروجين سوف يعطى السكان ميزة تغيير قدرات التوليد بسهولة ويسر، ولن يزيد الأمر عن كونه إضافة بلوك توليد أو سحبها من لوحة التحكم الموجودة عند مدخل الشقة، وسيكون بمقدور كل ساكن شراء هذه الوحدات من المحال المتخصصة.

أى أن محطات الطاقة ستتحول إلى مزارع رياح أو محطات طاقة شمسية أو كتلة إحيائية، وربما من طاقة الأمواج وغيرهم من الطاقات المتجددة، وسيكون الفارق

بين الشركات الكبيرة لتوليد الكهرباء من الطاقة النظيفة، وبين أولئك الأفراد العاديين الذين سيجدون فى امتلاك وحدات خاصة لتوليد الطاقة بمنازلهم فرصة لزيادة، سيكون الفرق فى حجم الطاقة التى سيبيعها كل منهم للشبكة، لأن كل الأفراد فى المدينة سيتمكنون من بيع وشراء الطاقة بحرية ودون قيود تستدعى الحصول على موافقات، بل ستحدد العدادات الذكية ما باعوه من كهرباء ومقدار الكهرباء التى قاموا بشرائها.

أيضا ستسمح لهم تلك الوحدات المرتبطة بالعدادات الذكية بالتعرف على العروض التى تقدمها شركات توليد الكهرباء، وأى الأجهزة المنزلية يمكنها الاستفادة من العروض وفى أى وقت يجب أن تعمل تلك الأجهزة، فالغسالات يمكنها العمل فى التوقيت الذى تكون فيه تكلفة الكهرباء أقل ما يمكن، وستتفهم العدادات ذلك جيدا وستقدم نصائحها بشكل جذاب للمستخدمين حتى لا يشعروا أنهم مجبرون على سلوك درب بعينه يفرض عليهم قيودا والتزامات، تؤثر فى مستوى الخدمة التى يحصلون عليها.

تمتد شبكات غاز الميثان على الجدران الخارجية للمبانى ناقلة نواتج تخمر المخلفات وبواقى الطعام، لتخمرها وتنتج منها غاز ميثان يتصل مع شبكة الغاز الخاصة بالمبنى من خلال صمامات تحكم وعدادات قياس، أما المخلفات الأخرى كالورق والزجاج والمواد البلاستيكية فسيتم تجميعها منفصلة -كما هو الحال الآن- لإعادة تدويرها وتقليل الطاقة المستهلكة لإنتاج عبوات جديدة.

ولن تجد تلك المدن -أيضا- أى غضاضة فى استقبال أعداد متزايدة من السكان، لأن تصميم المدينة لن يكون نمطا فريدا تعيشه مدينة تم تصميمها لعدد محدود دون غيرهم، بل نمطا عاما يتكرر فى المدن الأخرى، نراه فى المدينة الجاذبة للسكان لطبيعتها الاقتصادية، أوالثقافية، أو الترفيهية، ومن ثم تصبح مدينة الشمس حالة يعيشها الجميع.

### الإقامة فى مبانى الشمس

تعتمد مبانى مدينة الشمس على الإنتاج الذاتى للطاقة الكهربائية، وأيضا استهلاك

أقل قدر من الطاقة، فالأجهزة المستخدمة ذات كفاءة عالية فى استهلاك الطاقة بما يعنى استخدام أقل قدر من الكهرباء مع تقديم نفس مستوى الخدمة من تلك الأجهزة. فأجهزة التكييف تستطيع أن تستشعر عدد الأفراد فى الغرفة، ومن ثم تعمل آليا فى زيادة أو خفض الطاقة المستهلكة فى التبريد أو التسخين، وبالتالى فإن استشعارها غيابهم لمدة زمنية معينة يجعلها تطفأ ذاتيا لتدخل فى سبات عميق تفيق منه عندما يغشاها سكانها.

وحتى يكون أداء هذه الأجهزة عالى الكفاءة يتناغم عملها مع وضع واجهة المنزل من ضوء الشمس ودرجة سطوعها ونسبة إسدال الستائر والاستفادة من الإضاءة الطبيعية، فإذا أُحسن تخطيط الأبنية ووجهت التوجيه الصحيح وطليت الجدران بالألوان الفاتحة، واتسعت النوافذ أمكن تحسين مستوى الإضاءة الطبيعية. وستقوم النوافذ بإنتاج الكهرباء من الطاقة الشمسية، ذلك أن زجاج هذه النوافذ ليس سوى ألواح من الخلايا الفوتوفلطية التى تنتج الكهرباء عند تعرضها لضوء، وما تنتجه من كهرباء يمكن تخزينه لاستخدامه وقت الحاجة أو توجيهه لأجهزة الاستهلاك الذكى كى تأخذ منه حاجتها التى تكفيها للعمل وفق نظام طاقة مستدام. أيضا ستغطى الأسقف بتلك الخلايا القادرة على إنتاج تيار كهربائى مباشر دون حاجة إلى نظم ميكانيكية، لتمد هذه الوحدات المنزل بما يحتاجه من كهرباء، مع توجيه الزيادة إلى الشبكة الكهربائية، وإجراء مقاصة مع شركات الإنتاج.

إن أعلى استهلاكات الطاقة فى المنازل يكون من نظم الإضاءة والثلاجة وأجهزة تسخين المياه والتكييف حيث تستهلك حوالى ٧٠٪ من الكهرباء فى منازلنا، تمتص نظم الإضاءة نصفها. من هنا فإن تصميم منازلنا المستقبلية يتفادى النظم العتيقة التى أدت دورها فى وقت لم يكن هناك بديل آخر، كنا نحلم بمصابيح تعطينا الضوء، تمكننا من مد ساعات العمل التى كانت تنتهى مع آخر شعاع شمس، وتعطى أطفالنا الفرصة لاستذكار دروسهم مساء، وتشعرنا بالأمان عندما نسير فى جنبات طرق يغمرها ضوء يوحى لنا بالاطمئنان، وشتان بين ما هو متاح لنا ولأجدادنا الذين كانوا

يتحلقون للسمر حول جذوة من نار، ثم تطورت فصارت مشعلا، وشموعا، وسُرُجا.

كل هذه الخدمات وغيرها قدمتها لنا نظم الإضاءة القديمة، التى لم يشغل مصمموها غير إنتاج الكهرباء من المصادر المختلفة، غير مبالين بمعدلات الاستهلاك، ولم يتطرق أحد إلى الأبعاد البيئية المترتبة على استخدام وقود ينفث دخانه حال استخدامه، وكأنه الدليل والبرهان على عمل تلك الأجهزة وأيضا عنوان لحضارة أقل ما توصف به أنها «حضارة كربونية». أما الآن فإن المعامل والمختبرات تستطيع أن تقدم لنا نظم إضاءة ذات توهج عال بأقل قدر من الكهرباء، وترتبط بنظم تشغيل ذكية تتفاعل مع المكان وتستشعر سكانه ومرتاديه، تخاطب النوافذ والستائر وتتعرف على النشرة الجوية لتنسق برنامج عمل الأسبوع مسبقا، وترسل لمستخدميها رسائل إلكترونية تحدد لهم مقدار الخفوضات فى استهلاك الطاقة، ومواعيد إعادة شحن كارت الكهرباء المثبت فى العدادات الذكية، وستمتد خدماتها الإحصائية إلى توصيف مقدار استهلاك كل جهاز يستهلك كهرباء مع مقارنة استهلاكه بما صمم عليه، أى مقارنة الاستهلاك بمنحنى القدرة.

أيضا لن يقتصر عمل نظم الكهرباء لدينا على ذلك بل ستتفاعل تلك النظم ذاتيا مع حملات ترشيد الطاقة من خلال الرسائل التى ترسلها شركات الإنتاج إلى لوحات التحكم بمناطق الاستهلاك المنزلى والتجارى والصناعى، ففى المنزل ستؤجل تلك النظم تشغيل الغسالة الآلية إلى فترات تنخفض فيها استهلاكات الكهرباء وتتدنى فيه قيمة التعريفة، وسيتعرف الديب فريزر على محتوياته من الأطعمة ويحدد لها درجات التبريد اللازمة دون زيادة أو نقص، أيضا ستصبح نظم الإضاءة أكثر ترشيدا وتبعث لنا رسائل تنصحنا بالجلوس فى الشرفة للاستمتاع بطقس معتدل نستغنى فيه عن ضوء صناعى ونظم تهوية وتكييف تستهلك طاقة يمكن ترشيدها، أو بالتوجه إلى صالة الألعاب الرياضية القريبة من المنزل بدلا من التجمع حول التليفزيون الذى يستهلك نحو ١٠٪ من الكهرباء المنزلية، وفى المصانع سوف تجدول العمليات آليا وفق نظام صارم يراعى استهلاكات الطاقة وعدم تحمل مالكيها دفع قيمة كهرباء هم فى غنى عنها.

أيضا سيتشابه تصميم المدارس فى مدينة الشمس مع تصميم المبانى من حيث مصدر الطاقة، وكيفية إدارة نظم الاستهلاك وفق منهج مستدام، وستقدم معامل العلوم الفرصة لأولئك الطلاب كى يتعرفوا على أسس نظم الطاقة وكيفية بناء نظام ذكى لإدارتها، وستعطيهم الفرصة كى يحاكوا تصميم دوائر كهرباء ذكية.

إن قاطنى شقق وفيلات مدينة الشمس سوف يجدون أنفسهم يقيمون وسط نظام ذكى لإدارة الطاقة يوائم بين عاداتهم اليومية التى يؤدونها بشئ من الرتابة والتعود وبين ما تتطلبه نظم ترشيد الطاقة المستدامة من إجراءات ترفع كفاءة الأداء وتحافظ على الطاقة المنتجة، ولن يطلب من هؤلاء السكان سوى ضبط أجهزتهم الكهربائية مرة واحدة لتعمل أجهزة التحكم والذكاء الاصطناعى وفق منظومة متكاملة تربط بين تشريعات إدارة الطاقة التى تضعها الدولة أو المدينة، وبين نظم الترويج التى تطرح لمدد تطول أو تقصر، وبين رغبات المستهلكين وطبيعة الأجهزة التى يستخدمونها.

## المواصلات

ترتبط أوصال المدن بوسائل المواصلات فهى العنصر الحيوى لربط المركز بالأطراف، والأوصال ببعضها البعض، وبحسب مرونة شبكات المواصلات يتحرك العمران وتتدفق الحركة شمالا وجنوبا، وشرقا وغربا.

عرف العالم وسائل المواصلات منذ آلاف السنين، فقد سجلت جدران معبد الدير البحري المزينة بالنقوش والرسومات، والواقع فى الأقصر بجنوب مصر تفاصيل الرحلة البحرية لأبناء النيل فى عهد الملكة حتشبسوت إلى بلاد بونت، الصومال حاليا، سعيا وراء إنعاش التجارة مع الدول المحيطة وبناء علاقات استراتيجية تؤمن حدود الوطن.

يضاف إلى ذلك النقل البرى الذى بدأه القدماء مسخرين الدواب لحمل أثقالهم من بلد إلى آخر ما كانوا ليبلغوه إلا بشق الأنفس، كرحلات الشتاء والصيف -التى أخبرنا عنها القرآن الكريم- بين مواطن القبائل المقيمة فى منطقة شبة الجزيرة العربية وبين بلاد الشام التى تبعد عنها آلاف الكيلومترات، رحلة عرفها العربى القديم صيفا

إلى الشام، وغير اتجاهها جنوبا إلى اليمن فى فصل الشتاء، تلازمه دابته ورفاق الرحلة، يقودهم الدليل، الذى استبدلناه فى يومنا هذا بأجهزة التعرف على المواقع والمعروفة اختصارا «GPS»، وحادى العيس وبالنجم هم يهتدون.

وبتقدم الحضارة اخترعت السيارة والقطار والسفن العملاقة والطائرات، وتعددت أنواعها وطرزها فسابق بها الإنسان الزمن وتجول بها فى بقاع الأرض نافثة خلفها خيط دخان يُنبئ عنها ويخبرنا أن وسيلة مواصلات قد مرت من هنا. فعلى الصعيد العالمى يستهلك النقل البرى وحدة ٨٢٪ من منتجات مشتقه من البترول، تنتج على مستوى العالم حوالى ٦٠٪ من انبعاثات أول أكسيد الكربون و٤٢٪ من أكاسيد النيتروجين و٤٠٪ من المواد الهيدروكربونية، كما أن الضوضاء الصادرة عن النقل – لاسيما من المركبات البرية – هى الأكثر تأثيرا بين مصادر الضوضاء الأخرى. وعلى نحو موازٍ، بدأت منذ أوائل السبعينات إجراء دراسات على بدائل للبترول للاستخدام كوقود للمحركات، وينصب الاهتمام الآن على أنواع الوقود الكحولى (الإيثانول والميثانول) والغاز الطبيعى والكهرباء وإن يكن بدرجات متفاوته، إلا أنها ما زالت فى مراحل ما قبل التسيير التجارى الذى يضمن تقديم منتج ذى قابلية وانتشار.

وفى مدينة كمدينتنا التى ننشدها يصعب على قاطنيها تقبل وسائل مواصلات تسحب خلفا خيط دخان، فمدينة أسست على نظم طاقة تتسم بالذكاء والتناغم مع البيئة وتعتمد على المصادر المتجددة أولى بها ألا تنفث فى الغلاف الجوى إلا ما تمليه الضرورة. وتبدو فى الأفق استخدام تكنولوجيا وقود الهيدروجين والكهرباء هما الأكثر حظا فى انتشارهما مستقبليا يترافق ذلك مع استخدام الوقود الكحولى المنتج من نباتات تقع خارج سلة الغذاء، فلا يؤثر على احتياجاتنا الغذائية، وسيكون بإمكاننا طلاء سياراتنا باستخدام تقنية النانو لنجد أن السطح الخارجى للسيارة قد تم كساؤه بالخلايا الفوتوفلطية النانوية التى تحول إشعاع الشمس إلى طاقة كهربائية تختزن فى بطاريات السيارات، وستمكننا المحركات من التبديل بين أنواع عدة من الوقود، وستتاح الخلايا الفوتوفلطية بألوان عدة تعطى طلاءنا لسياراتنا بهجة وقيمة مضافة.

إن البناء على مساحات مسطحة شاسعة سيعود بالنفع على الطرق وحركة النقل والمرور لتشكل شبكات طرق دولية، ولا يعنى هذا أن كافة الدول سوف تتلاحم حدودها فهناك فواصل جبلية وأخرى مائية وصحارى شاسعة، وهنا سيكون علينا أن نستقل الطائرات التى تسير بالوقود الحيوى ويكسو غلافها الخارجى الخلايا الفوتوفلطية.

كانت الطائرة سولار انبالس قد حطت فى الساعة التاسعة من صبيحة ٨ يوليو ٢٠١٠ بسلام بعد تحليق استمر ٢٦ ساعة معتمدة على الطاقة الشمسية، فى مدرج قاعدة باين العسكرية غربى سويسرا، ليستقبلها الجمهور بتصفيق حاد اختلط بصراخ وفرحة مصمميها، وكانت هذه الطائرة التى يبلغ طول جناحيها ٦٠ مترا -أى مثل طول جناحى طائرة ركاب تجارية- قد أقلعت تدفعها طاقة تنتجها حوالى ١٢ ألف خلية شمسية تغطى جناحيها، وتغذى أربعة محركات قدرة كل منها عشرة أحصنة، وإجمالى وزنها ١٦٠٠ كيلوجرام.

لكن هل تكفى شقائق سولار انبالس في استخدامها للأغراض التجارية؟ والإجابة قاطعة حازمة: ليس بعد !!، فأساطيل النقل الجوى تتكون من طائرات عملاقة تحتاج إلى وقود يكفيها للطيران فى أجواء مختلفة، وبسرعات عالية حتى تقطع المسافات الطويلة محملة بالمسافرين والبضائع، إن مثل هذه الطفرة لم يأن أوانها بعد على مستوى الرحلات التجارية العملاقة، لكنها قد تجد الطريق ممهدا لاستخدامها على النطاق الشخصى، مع استخدام الوقود الحيوى المنتج من حاصلات تقع خارج سلة غذاء الإنسان فى إدارة محركات تلك الطائرات، وهو ما بدأته بعض الشركات العالمية بخلط وقود طائراتها بالوقود الحيوى.

## الخاتمة

يحتاج الإنسان – بخلاف كافة الكائنات الحية– إلى مصدرين أساسيين للطاقة، الأول غذاؤه المتمثل فى أنواع الأطعمة والمشروبات المختلفة فى الشكل واللون والرائحة وبالتالى فى سعراتها الحرارية، والمصدر الثانى هو ذلك الوقود المستخدم لتسيير المركبات المختلفة وتزويد المنازل والمحال والمستشفيات وغيرها بالطاقة اللازمة لتشغيلها أخذا فى الاعتبار اختلاف الوقود من تطبيق إلى آخر فقد يكون خشباً يُدفئه فى ليلة باردة، أو بنزيناً يدفع سيارته فى طريقه للعمل، أو غازاً تحرقه محطات توليد الكهرباء، أو غير ذلك.

بناء على ذلك يصبح أمر تدبير إمدادات الطاقة للدول كافة أمرا حتميا غير قابل للمناقشة أو المساومة، فبناء على نتائج حرب أكتوبر ١٩٧٣ اتجهت الدول الأوربية والولايات المتحدة الأمريكية إلى تكثيف استثماراتها فى الطاقات المتجددة بغية تقليل اعتمادها على الوقود المستورد، كما تضمن برنامج الرئيس الأمريكى باراك أوباما خطة لتحقيق الاستقلال النفطي لأمريكا بالعمل على محورين: الأول أهداف يتم تحقيقها خلال مدة لا تتجاوز عشر سنوات والآخر حتى عام ٢٠٥٠، وزيادة الاستثمارات فى التكنولوجيات النظيفة بدءاً من إنتاج الكهرباء والحرارة وانتهاء بالسيارات الكهربائية، يرافق ذلك زيادة فرص العمل المتاحة والقروض التى تقدمها أمريكا لمواطنيها ترغيبا لهم فى زيادة الاعتماد على الطاقة النظيفة، أيضا تدعو توجيهات الاتحاد الأوربى دوله إلى عقد اتفاقيات إمداد للطاقة طويلة الأمد قد تصل إلى ٤٠ عاماً لضمان الإمدادات التى تحتاجها بلدانه مما يفسر عقد اتفاقيات

طويلة الأمد مع الجزائر لتصدير الغاز الطبيعى إلى أوربا، ولا يختلف الأمر كثيرا بين دول العالم المتقدم فى هذا الشأن ومع مرور الوقت تأخذ التقنيات الحديثة مكانها على الساحة لتكتسب ثقة العملاء فى ظل تنافسية سعرية حققتها بعض أنظمتها وما زالت الأخرى فى طور التنمية.

وفى دول العالم الثالث لا تزال الطاقة -وهى إحدى ركائز الحياة وتطورها- محل خلاف وشد وجذب، فالدول التى تعانى من شح موارد الطاقة أو تلك التى توشك أن تستورد جل احتياجاتها من الطاقة ما انفكت تطرح هذا السؤال: ما الأولى الخبز أم الطاقة، بدلا من كيف نوازن بين متطلباتنا من الطاقة واحتياجاتنا من الخبز.

وبناء على أسس التوازن بين متطلبات الغذاء والطاقة استطاعت اليابان التى لا تستحوذ على مصادر طاقة أحفورية وتعتمد على استيراد متطلباتها من الأسواق العالمية تحقيق هذا التوازن، أيضا ألمانيا والدانمارك وغيرهما من دول الاتحاد الأوربى

حققت تلك المعادلة. وتكاد تجمع تلك الدول –وغيرها كثير– من حيث العمل على تدبير احتياجاتها الحالية من الطاقة مصحوبة بجهود جبارة تجاه استنبات تكنولوجيات جديدة تقلل من حاجتها للسوق الخارجى، بعض هذه التكنولوجيات ما زال داخل المعمل وكثير منها تحول إلى منتج تجارى قادر على المنافسة مع تقنيات اعتادت عليها الأسواق، ومن نجاح إلى نجاح يحدو الباحثين الأمل أن تصبح الطاقات المتجددة الأصل لا الفرع.

وبالنظر الدقيق نحو السوق المستقبلى للطاقة تبدو المصادر المتجددة بأنواعها شاهدا على التحولات الكبرى فى صياغة سياسات الطاقة فى الدول المتقدمة سواء على مستوى دول الاتحاد الأوربى أو الولايات المتحدة الأمريكية وغيرها من الدول الناهضة الآسيوية، فقد صيغت تلك السياسات لتفتح السوق أمام المستثمرين صغيرهم وكبيرهم، حتى أن أصحاب المنازل الصغيرة يمكنهم الاستثمار فى الطاقة المتجددة بتركيب عدة ألواح من الخلايا الفوتوفلطية على أسطح منازلهم وبيع الكهرباء المولدة للشبكة، ليتحول العميل إلى عامل، أى نقله من ضفة الاستهلاك إلى جانب الإنتاج، وهناك مستثمرون ذوو قدرات مالية أكبر تسمح لهم بالعمل التجارى الاحترافى وإنشاء مشروعات كبرى تدور معها عجلة الإنتاج ولتمتلئ العقول بالأفكار والجيوب بالنقود، يحدث هذا فى دول فقيرة فى مواردها الطبيعية حتى أن شمسها تكاد تغيب معظم الوقت، لنجد جوا غائما وسوقا واعدة.

على النقيض تزخر خريطة الموارد الطبيعية فى الدول النامية بثراء لا تضاهيها فيه الدول المتقدمة، إلا أن هذه الطاقة تظل هائمة فى الفضاء من دون فائدة مباشرة إذا لم تحصدها نظم حديثة تستقدم فى بداية الأمر من كل حدب وصوب فإذا ثبتت نجاعتها سعت الدول لتهيئة مناخ تصنيع نظمها محليا قدر الإمكان، فيتوافر تصنيعها فى كافة الدول النامية والمتقدمة. إن إحجام الدول النامية عن التصنيع سوف تحولها إلى سوق رائجة لمنتجات المصانع العالمية وبالتالى تجنى الدول المتقدمة مكاسب التجارة لنفسها سواء أنشأت المصانع بملكية أجنبية أو بشراكة مع جهات

محلية، فالمشروعات المتعددة الجنسيات تعتبر جزءاً من آلية السيطرة على المحيط الخارجى فهذه المشروعات تعمل على تقييد حرية المنتجين المحليين وحرمانهم من موارد الاستثمار عبر تحويل المكاسب إلى الخارج، ومع تحويلات الأرباح -التى تفوق الاستثمار الأولى طويل المدى- تساهم المشروعات المتعددة الجنسيات فى تنمية التخلف.

أيضا، تفيد مراجعاتنا لاستهلاكات الطاقة فى شتى المجالات وصول البشرية إلى حد النهم المتزايد مستوى تجاوز ٢٥٠ مليون برميل مكافئ يوميا، وتتصدر قضايا الطاقة قائمة الأولويات ومحاور العمل الوطنى والإقليمى، مترافقة مع ظهور تكتلات دولية تحت مسميات عده مثل الوكالة الدولية للطاقة والوكالة الدولية للطاقة النووية، ومؤخرا الوكالة الدولية للطاقة المتجددة. ومع هذا تشير التقديرات إلى أن حوالى ١,٦ مليار فرد لا يستطيعون الوصول إلى صور الطاقة الحديثة، وأن الجهود المبذولة لمجابهة هذا الوضع لن تُؤتى أكلها إذا لم تتغير نظم إنتاج الطاقة وأنماط استهلاكها. تقدر الوكالة الدولية للطاقة متطلبات الاستثمار للفترة من عام ٢٠٠١ حتى ٢٠٣٠ بحوالى ٣٠ ترليون دولار، تنفق على إنشاء محطات جديدة وأيضا إحلال ما يتقادم من محطات خلال تلك الفترة، وسوف ترتفع قيمة هذه التقديرات مع زيادة عدد السكان خاصة إذا امتدت نظم الاستهلاك غير الرشيدة للطاقة خلال العشرين عاما القادمة. إن مجابهة الطلب على الطاقة يعتمد فى المقام الأول على ترشيد استهلاكاتنا وليس إنشاء محطات جديدة، لأن الترشيد سوف يوجه الطاقة التى تم توفيرها إلى نقاط استهلاك أخرى، ويصل بمستوى الخدمة إلى درجة عالية، ولدينا ولاية كاليفورنيا التى استطاعت ترشيد ثلث احتياجاتها من الطاقة، لتضرب المثل فى إمكانية بلوغ برامج كفاءة الطاقة منزلة أعلى من إنشاء محطات جديدة تستدعى توفير تمويلات ووقود وتنفث فى سماء ملبدة بسحب الكربون مزيدا من الكربون، وكأنما هو التأكيد على طبيعة الحضارة التى نحياها بأنها كربونية الأصل والجوهر والمنتهى.

إن تقاطع شئون الطاقة مع دوائر القوة العالمية تجعل منها مركز الاهتمام

وموضع النظر والسؤال، فالتنمية المستدامة أساسها توفير موارد الطاقة ليس فقط لأجيال الحاضر بل ولاحتياجات المستقبل، بمعنى عدم الاكتفاء بالتقنيات الحالية لتوليد الطاقة والبحث الدءوب عن تقنيات أحدث توفر الطاقة اللازمة لتشغيل مفردات الاقتصاد الكونى، سواء فى الدول المتقدمة أو الناهضة وحتى النامية منها، وبحسب أسعار الوقود تتغير وتيرة الأسواق هبوطا وصعودا لتؤثر على أنماط الاستهلاك. من هنا تأتى حساسية الوقود للمتغيرات كافة سياسية كالتوترات السياسية فى مناطق الإنتاج أو ضد دول ذات إنتاج مؤثر، كما رأينا ارتفاع الأسعار جراء التصعيد الكلامى بين أمريكا وإيران، والكوارث الطبيعية كالعواصف والزلازل كما شهدنا فى عام ٢٠٠٧ إثر إعصار جونو الذى ضرب سواحل عمان، وفى عام ٢٠٠٥ إعصار ريتا وكاترين اللذان ضربا سواحل خليج المكسيك، وأيضا تغير أسعار العملة وتأثر القوة الشرائية لها، حتى نوع البترول خفيف أو ثقيل يتغير نسبته المطروحة فى الأسواق للبيع من سعر البترول.

وتمتد علاقة الطاقة إلى جغرافيا الدول وموقع آبار النفط والغاز بها ومدى قربها من الموانئ (نقاط الانطلاق للتصدير)، أو موقعها من مسارات خطوط أنابيب نقلهما ليوفر الموقع الجغرافى بعدا استراتيجيا ومركز ثقل كل بحسب منطقته، وربما تطور الأمر لتكون مطمعاً لقوى أكبر كما رأينا فى مناطق بحر قزوين والعراق.

من ثم تصبح الطاقة ورقة ضغط سياسية تظهرها الدول المنتجة للمصادر المختلفة وقت ما تشاء، ولعل أبرز تلك الأحداث ما اعتمدته الدول العربية فى خريف ١٩٧٣ عندما قلصت إنتاجها من النفط ضاغطة على التحالف المساند لإسرائيل فى حربها ضد مصر وسوريا. فى هذا الصدد تعزى حركة التقسيمات والتكتلات السياسية ومحاولات استقطاب دول ضد أخرى، فبحر الصين تراه الصين مصلحة وطنية رئيسية، كطريق حيوى لنقل احتياجاتها من الطاقة وتعتبره الولايات المتحدة الأمريكية ممرا دوليا لحركة التجارة فى آسيا، أيضا حضور الصين والهند بقوة على الساحة الاقتصادية والسياسية الدولية دعا كلاً من أمريكا وروسيا إلى إقامة علاقات قوية

مع دول آسيا الوسطى. أيضا، على الرغم من معارضة روسيا للخطوات الأمريكية فى منطقة الشرق الأوسط إلا أن صفقات النفط العراقى التى حازتها روسيا دعتها لغض الطرف عن الرغبات الأمريكية.

وإذا كان لمصادر الطاقة هذه الآثار والتشابكات مع ما يحيط بنا من أحداث فإن استهلاكاتها تحوز جانباً آخر من الاهتمام. تتوزع الاستهلاكات على قطاعات عدة تتصدرها الصناعة والنقل والاستهلاك المنزلى، وفى كل هذه القطاعات تحيا معداتها ونظمها على صور مختلفة للطاقة بدءاً من الكهرباء إلى الوقود السائل، إلا أن العامل المشترك بين تلك النظم يتمثل فى ارتفاع الطلب والاستهلاكات إلى حد يثقل كاهل مخططى الطاقة بضرورة تدبير إمدادات وهو ما يبدو صعب المنال ما لم تتوافر نظم تتمتع بذكاء استهلاك الطاقة، تشمل نظم الإضاءة التى تنتشر فى الشوارع مستهلكة حوالى ٨٪ من الكهرباء إلى استخدامها فى المنزل والمكتب، وليمتد ذلك إلى السيارات الكهربائية والاعتماد على الوقود الحيوى المنتج من خارج سلة غذاء البشر مثل نباتات الهوهوبا والجاتروفا وغيرها، ولتصبح الشمس هى المصدر الأصيل فى إمداد مدننا وقرانا بالطاقة لتستحق عن جدارة لقب «مدينة الشمس».

إننا فى حاجة إلى مبان ذكية تتعرف ذاتيا على احتياجاتنا من الطاقة تتمتع بقدرة على اتخاذ القرارات دون تأثير على دقائق حياتنا، إن التزاوج الآخذ فى النمو بين أجهزة استهلاك الطاقة وتكنولوجيا المعلومات سوف يوفر لنا بيئة جيدة نحيا فيها دون إحساس بالوحشة جراء نقص إمدادات الطاقة، إن مانراه اليوم بعيدا يصبح غدا فى متناول أيدينا.

أخيرا وليس آخرا، على مستوى الشأن البيئى تخبرنا النظرة الفاحصة حول بيئتنا أننا أصبحنا نعيش على شفا جرف هار دفعنا إليه تقنيات غير مستدامة لإنتاج الطاقة، بدءاً من تغير درجات الحرارة ومرورنا بموجات من الحرارة اللافحة صيفا والشديدة البرودة شتاء، وتلوث مياه الأنهار.

كما أن مراجعة ما دار فى قمم البيئة يجعلنا أمام توجيه الاهتمام بالمصادر المتجددة فى إنتاج الطاقة، ومحاولة استنبات تكنولوجياتها محليا وإقليميا بغية

وصول نتائج الأبحاث إلى مكونات وتكنولوجيات تراعى أبعاد مناخنا ومتطلباتنا نحن، وذلك بدلا من انتظار تكنولوجيا مستوردة، فالتحدى الآن علمى تكنولوجى بحثى صناعى واستثمارى ويجب ألا نكتفى بالنظر لما يجرى حولنا والدهشة مما يصل إليه الآخرون من نتائج آملين أن نستطيع معا اللحاق بتلك الثورات التكنولوجية وهى ما زالت فى مهدها فنشارك فى صياغتها وتكوينها وتحديد ملامح تتناسب مع متطلبات البيئة العربية، وذلك بدلا من أن تصبح واقعا نتعامل معه كما هو فنتغير لنلائمه ولا يتغير ليلائمنا.

لقد أدى التباين فى صادرات الدول النامية والمتقدمة إلى انخفاض مستوى الدخل بينهما، فاعتماد صادرات الدول النامية على السلع الأولية يحقق لها عائدات منخفضة، بالإضافة لتعرضها لهزات السوق العنيفة والتى قد تسحق أسعارها فتنحدر دخول هذه الدول. وكلنا يعلم مدى تأثر الدول المنتجة للبترول بانخفاض عائداته، فى حين تركز صادرات الدول المتقدمة على البضائع المُصنعة التى تتسم بقيمة مضافة عالية ولا تتأثر كثيرا بتداعيات السوق.

وخلاصة القول إننا أصبحنا متأكدين أننا نواجه فى الوقت الحاضر مأزقا حقيقيا فى الطاقة فما بالنا بالمستقبل، وإذا أثر ذلك فى ضرورة استخدام مصادر الطاقة بحكمة تستلزم النظر فى سبل الإنتاج الرشيد والاستهلاك الأرشد مقرونا بتحسين كفاءة استخدامنا للطاقة، ليتوقف الأمر على ما تضعه الدولة من سياسات لتحفيز الجميع للتحرك نحو الطاقات المتجددة، وما يقدمه الباحثون لنا من تقنيات، وما تستوعبه السوق من طلب لتنمو الأبحاث وتنخفض التكلفة وتزيد الاعتمادية!!. وتماماً تستطيع الحضارة أن تنمو من جذور كثيرة ويمكن للطاقة أن تزدهر من مصادر عديدة، لتنشأ نظم مختلفة الأصل متآلفة الهدف، فتشرق حضارة ما بعد الكربون، حضارة اللون الأخضر... إننى أتطلع إلى يوم نقرأ فيه كتاباتنا على ضوء يستمد طاقته من كهرباء نظيفة صُنعت منظومتها بالكامل فى بلادنا!!.

### مراجع الفصل الأول: الطاقة

١- محمد مصطفى الخياط (أبريل ٢٠٠٦)، «الطاقة البديلة ... تحديات وآمال»، مجلة السياسة الدولية، العدد ١٦٤، المجلد ٤١.

٢- ليزا نيوتن (يوليو ٢٠٠٦)، «نحو شركات خضراء»، عالم المعرفة، ترجمة إيهاب عبد الرحيم محمد.

٣- محمد مصطفى الخياط (يناير ٢٠١١)، « الطاقة المتجددة .. نحو غد أفضل»، مجلة الكهرباء العربية، العدد ١٠٣.

٤- جمال حمدان (١٩٩٦)، «الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية دراسة فى الجغرافيا السياسية»، مكتبة مدبولى.

٥- مجلة المصور (١٩٥٤)، «الظهران.. مدينة الذهب الأسود»

٦- ألفين توفلر (١٩٩٥)، «تحول السلطة.. المعرفة والثروة والعنف علي أعتاب القرن الحادي والعشرين»، الألف كتاب الثاني، ترجمة لبني الريدي.

٧- السيد على رجب (فبراير ٢٠٠٨)، «تطور إمدادات بحر قزوين من النفط والغاز الطبيعى وآفاقها المستقبلية»، منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، الإدارة الاقتصادية.

٨- محمد مصطفى الخياط (٢٠٠٠)، «ترشيد الطاقة فى القطاع الصناعى».

٩- مجلة السياسة (٢٠ أغسطس ٢٠١٠)، «الآسيوى للتنمية :الإنفاق الاستهلاكى فى آسيا سيصل إلى ٣٢ تريليون دولار بحلول ٢٠١٠»

http://www.alseyassah.com/AtricleView/tabid/59/smid/438/ArticleID/102636/reftab/36/Default.aspx

١٠- جيمس جوستاف سيث (٢٠١٠)، «جسر على حافة العالم»، الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية، ترجمة: مصطفى المخزنجى.

١١- http://www.arabianbusiness.com/arabic/598339

١٢- United States Department of Agriculture, USDA, (March 2010), .(«Energy Use in the U.S. Food System

١٣- Daniel Rosen and Trevor Houser (May 2007), «China Energy: A Guide .for the Perplexed», Peterson Institute for International Economics

١٤- جاريد دياموند (يناير ٢٠٠٨)، «معدلات الاستهلاك... فجوة عالمية مخيفة»، جريدة الاتحاد.

١٥- Carr, Tim (2003), «Where Does Kansas Gas Come From and Where Does Kansas Gas Go?», Geological Survey, Kansas .University, Energy Research Center

١٦- حسين مؤنس (سبتمبر ١٩٩٨)، «الحضارة»، الطبعة الثانية، عالم المعرفة، العدد ٢٣٧.

١٧- آر. بوكانان (يوليو ٢٠٠٠)، «الآلة قوة وسلطة»، عالم المعرفة العدد ٢٥٩، ترجمة شوقى جلال.

١٨- بيل جيتس (مارس ١٩٩٨)، «المعلوماتية بعد الإنترنت»، عالم المعرفة، ترجمة: عبد السلام رضوان .

١٩- عزت إبراهيم (١٥ نوفمبر ٢٠١٠)، «زيارة أوباما.. تطويق الصين فى البحر الهندي»، جريدة الأهرام القاهرية.

www.ahram.org.eg/352/2010/11/15/2/48543

٢٠- ثائر الناشف (أغسطس ٢٠٠٧)، «ثنائية النفط والديمقراطية والمواجهة المقبلة»، مجلة المثقف السياسي.

٢١- سلامة أحمد سلامة (الأربعاء ١٩ يناير ٢٠١١)، «سباق على نفط الجنوب»، جريدة الشروق القاهرية.

٢٢- فوزى عبد الحليم (١٦ يناير ٢٠١١)، «جنوب السودان وأوهام الجنة الموعودة»، جريدة الأهرام.

٢٣- عمرو كمال حمودة (أبريل ٢٠٠٦)، «النفط فى السياسة الخارجية الأمريكية»، مجلة السياسة الدولية، العدد ١٦٤، المجلد ٤١.

٢٤- محمد عبد القادر حسن (٢٠١١)، «هل حرية الأسواق أمل منتظر لشعوب العالم؟»
http://www.siironline.org/alabwab/moghavama_alfaghr /021.html»
٢٥- بيل جيتس (مارس ١٩٩٨).

**مراجع الفصل الثانى: بتــرول إخــوان**

٢٦- على سالم (١٩٩٧)، «البترول طلع فى بيتنا»، الهيئة المصرية العامة للكتاب، مطبوعات مكتبة الأسرة.

٢٧- جان دولوناى وجان شارلييه (١٩٨٧)، «الجانب الخفى من تاريخ البترول»، الطبعة الأولى، ترجمة: محمد سميح السيد

٢٨- جان دولوناى وجان شارلييه (١٩٨٧)، المرجع نفسه.

٢٩- محمد الرميحى (أبريل ١٩٨٢)، «النفط والعلاقات الدولية ... وجهة نظر عربية»، عالم المعرفة، العدد ٥٢.

٣٠- محمد مصطفى الخياط (أبريل ٢٠٠٨)، «أسعار النفط .. الصعود والمؤشرات»، مجلة الكهرباء العربية، العدد ٩٢.

٣١- كولن كامبيل وآخرون (سبتمبر ٢٠٠٤)، «نهاية عصر البترول»، عالم المعرفة، العدد ٣٠٧، ترجمة عدنان عباس.

٣٢- OPEC (DEC 2010), «Monthly Oil Market Report

٣٣- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول «أوابك»، «التقرير الشهرى حول التطورات البترولية فى الأسواق العالمية والأقطار الأعضاء»، ديسمبر ٢٠١٠.

٣٤- International Energy Agency, IEA, (2010), «Key World Energy Statistics«

٣٥- حمدى البنبى (١٩٩٩)، «النفط بين النظرية والتطبيق»، مكتبة الأسرة.

٣٦- فيجاى فيتيسواران (نوفمبر ٢٠٠٥) ، «الطاقة للجميع»، عالم المعرفة، العدد ٣٢١، ترجمة عاطف أحمد.

٣٧- كولن كامبيل وآخرون (سبتمبر ٢٠٠٤)، نفس المصدر.

٣٨- فيجاى فيتيسواران (نوفمبر ٢٠٠٥)، مرجع سبق ذكره.

٣٩- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك) (٢٠٠٩)، «تنمية موارد الغاز الطبيعى فى الدول العربية».

٤٠- صباح صديق الدملوجى (٢٠٠٧)، «تقنية تحويل الغاز إلى سوائل: مستقبلها، ومردودها الاقتصادى وأثرها على صناعة النفط»، مجلة النفط والتعاون العربى، المجلد الثالث والثلاثون، العدد ١٢٢.

٤١- www.almethaq.info/news/article4474.htm

٤٢- International Energy Agency (2007), «World Energy Outlook 2007: China and India Insights», «http://www.worldenergyoutlook.org»www.worldenergyoutlook .org

٤٣- Price Volatility and Natural Gas Prospects», «http://www.opec.» org/opec_web/en/press_room/811.htm»http://www.opec.org/opec_web/en/press_room/811.htm, Keynote speech by OPEC Secretary General, H.E. Abdalla Salem El-Badri, to the 7th Doha Natural Gas Conference & Exhibition, entitled «Natural Gas: A .March 2009 12-Cleaner Fuel for Tomorrow» - Qatar, 9

٤٤- الأمم المتحدة، اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغرب آسيا (٢٠٠٥)، «تحسين كفاءة الطاقة واستخدام الوقود الأحفورى الأنظف فى قطاعات مختارة فى بعض بلدان الإسكوا: الجزء الثانى استخدامات الوقود الأحفورى الأنظف»

٤٥- جميل طاهر، «التعاون العربى فى مجال النفط والغاز الطبيعى»، مؤتمر الطاقة العربى الثامن.

٤٦- Oil and Gas Journal (Dec. 19, 2005), U.S. Energy Information Administration, Vol. 103, No. 47, http://www.eia.doe.gov / .emeu/international/petroleu.html

٤٧- منظمة الأقطار العربية المصدرة للبترول، أوابك، (٢٠٠٩)، نفس المصدر.
٤٨- هيرمان كان وآخرون (يوليو ١٩٨٢)، «العلم بعد مائتى عام»، عالم المعرفة، العدد ٥٥، ترجمة: شوقى جلال
٤٩- كاتى كوب وهارولد وايت (فبراير ٢٠٠١)، «إبداعات النار»، عالم المعرفة، ترجمة: فتح الله الشيخ وشوقى جلال.
٥٠- http://www.aljazeera.net/NR/exeres/C3EBD661 .421C-AFAC-A1E4CEC4D573.htm
٥١- http://www.worldfutureenergysummit.com/»http://www.» /worldfutureenergysummit.com

## مراجع الفصل الثالث: تحديات الطاقة

٥٢- «OPEC (2010), «World Energy Outlook
٥٣- محمد مصطفى الخياط (أبريل ٢٠٠٨)، « الطاقة البديلة وتأمين مصادر الطاقة»، مؤتمر «البترول والطاقة ... هموم عالم واهتمامات أمة»، جامعة المنصورة، كلية الحقوق.
٥٤- Alex Schmidt (March 2007), «Terrorism & energy security, targeting oil & other energy sources and infrastructure», Memorial Institute for the Prevention of Terrorism, MIPT- USA
٥٥- (Gordon Fellers (2004
٥٦- «آيك يضرب قلب صناعة النفط الأمريكية»، جريدة القبس، (سبتمبر ٢٠٠٨).
٥٧- أرميلد سانيير، سيلفان سربوتوفيتز، كونستانسيو سيلفا، غى ميزونيى (شتاء ٢٠١١)، «الاستثمار فى الاستكشاف والإنتاج والتكرير خلال عام ٢٠١٠»، مجلة النفط والتعاون العربى، العدد ١٣٦.
٥٨- حسين عبد الحسين (٢١ يناير ٢٠١١)، «برنامج إيران النووى فى مأزق»، www.alraimedia.com/Alrai/Article.aspx?id=251400

٥٩- وكالات الأنباء (١٣ فبراير ٢٠٠٨)، «ارتفاع أسعار النفط بسبب نزاع فنزويلا وأمريكا»، موقع جريدة اليوم السابع.

٦٠- Alex Schmidt «March 2007»

٦١- محمد مصطفى الخياط (مايو ٢٠٠٤)، «ترشيد الطاقة فى الصناعة»، دورة ترشيد الطاقة بالقاهرة - الإسكوا / الأمم المتحدة.

٦٢- Karl Mallon (2006), «Renewable Energy Policy and Politics», .5-126-84407-1-EARTHSCAN, ISBN:978

٦٣- محمد مصطفى الخياط (أبريل ٢٠٠٦)، «الطاقات البديلة تحديات وآمال»، مجلة السياسة الدولية، عدد رقم ١٦٤.

٦٤- شحاتة محمد ناصر (يناير ٢٠٠٨)، «الخليج والطفرة البترولية الثانية .. أولويات الإنفاق»، مجلة السياسة الدولية - العدد ١٧١.

٦٥- محمد مصطفى الخياط (فبراير ٢٠٠٩)، «الخبز والطاقة»، موقع قناة بيئتى www.beeaty.tv/index.cfm?method=home con&ContentID=1697

٦٦- International energy Agency, IEA,»2010»

٦٧- International energy Agency, IEA, (2003), «World Energy .«Investment Outlook

٦٨- http://editon.conn.com/2007/TECH

٦٩- Yianna Lambrou And Grazia Piana (2006), «Energy And Gender .Issuesin Rural Sustainable Development», FAO

### مراجع الفصل الرابع: الاقتصاد العالمى ... بيت من زجاج

٧٠- Fareed Zakaria, (2007), «The Post American World

٧١- http://www.monthlyreview.org/600amin.htm

72-http://www.worldbank.org/external/default/ 20%000158349/27/10/WDSContentServer?WSDP/IB/2009

Rendered/PDF/WP55101.PDF»http://www./20091027140420
worldbank.org/external/default/WDSContentServer?WSDP/
Rendered/PDF//20091027140420 000158349/27/10/IB/2009
WP55101.PDF

٧٢- عماد صباغ (يناير ٢٠٠٧)، «سنغافورة : كيف أصبحت معجزة آسيا الاقتصادية؟»

٧٣- Rifkin, J. (2000), «The Age of Access: How the Shift from Ownership to Access is Transforming Economic Life», Penguin, London

٧٤- دينيس كاروسو (يونيو ٢٠٠٧)، «التكنولوجيا الرقمية .. ووداعا للحدود»، الشرق الأوسط اللندنية.

٧٥- إبراهيم الفقى، «قوة التحكم فى الذات»، ISBN: ٠-٩٦٨٢٥٥٩-٠-٣

٧٦- جيمس جوستاف (٢٠١٠)، «جسر على حافة العالم»، ترجمة: مصطفى المخزنجى، الجمعية المصرية لنشر المعرفة والثقافة العالمية.

٧٧- Credit Suisse Research Institute (Oct., 2010), «Global Wealth Report», Press Release, http://www.credit-suisse.com/news/en/mediarelease.jsp?ns=41610

٧٨- روبرت رايس (٢٠١١)، «الرأسمالية الطاغية»، ترجمة: علا أحمد، رقم الإيداع ١١٤٢٤/٢٠١٠، ISBN :-978 977 - 409—0

٧٩- http://www.ibisonline.net/Research__Tools/Glossary/GlossaryDisplayPage.aspx?TermId=1914

٨٠- حازم الببلاوى (مايو ٢٠٠٠)، «النظام الاقتصادى الدولى المعاصر»، عالم المعرفة، العدد ٢٥٧.

٨١- هورست افهيلد (يناير ٢٠٠٧)، «اقتصاد يغدق فقرا»، ترجمة: عدنان عباس على، عالم المعرفة، العدد ٣٣٥.

٨٢- http://www.arab-ency.com/index.php?module=pnEncyclopedia&func=display_term&id=634

٨٣- تقرير لجنة الصناعة والطاقة بمجلس الشعب المصرى (نوفمبر ٢٠٠٨)، «الصناعة والطاقة فى مصر بين تداعيات الأزمة المالية العالمية وطموحات التنمية».

٨٤- فؤاد سلطان (٢٠٠٨)، «الأزمة المالية العالمية وآثارها المحتملة على مصر»، جريدة الأهرام.

٨٥- تقرير لجنة الصناعة والطاقة بمجلس الشعب المصرى (نوفمبر ٢٠٠٨).

٨٦- ليشان آدم، ( نوفمبر ٢٠٠٨)، « تمويل التكنولوجيا فى الدول الإفريقية جنوب الصحراء»، www.WSISPapers.Choike.org

٨٧- اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربى آسيا (الإسكوا)، التحديات والفرص التى تواجه إسهام قطاع الطاقة فى تحقيق التنمية المستدامة»، مؤتمر القمة العالمى للتنمية المستدامة، جوهانسبرج، ٢٦ أغسطس - ٤سبتمبر ٢٠٠٢.

٨٨- محمد مصطفى الخياط (أبريل ٢٠٠٧)، «الطاقة المتجددة ... تجارب أو ربية»، مجلة السياسة الدولية-مؤسسة الأهرام، العدد ١٦٨، المجلد ٤٢.

٨٩- محمد عدنان وديع (ديسمبر ٢٠٠٣)،»القدرة التنافسية وقياسها».

٩٠ http://www.hydroquebec.com/learning/eolienne/pop_» appel_1.html»http://www.hydroquebec.com/learning/eolienne/pop_appel_١.html, accessed 21.12.08.

٩١- http://www.hydroquebec.com/learning/eolienne/pop_appel_2.html, accessed 21.12.08.

## مراجع الفصل الخامس: البيئة فى حضارة نفث الكربون

٩٢- خالد السيد المتولى (يوليو ٢٠٠٧)، «تصدير النفايات الخطرة إلى إفريقيا»، مجلة السياسة الدولية، العدد ١٦٩.

٩٣- محمد عدنان وديع، «قياس التنمية ومؤشراتها»، المعهد العربى للتخطيط، http://www.arab-api.org

٩٤- البنك الدولى (٢٠٠٤)، «النمو المسئول للألفية الجديدة: دمج المجتمع والبيئة والاقتصاد»، ترجمة محمد محمود شهاب.

٩٥- أسامة الخولى (سبتمبر ٢٠٠٢)، «البيئة وقضايا التنمية والتصنيع»، عالم المعرفة، العدد ٢٨٥.

٩٦- عدنان أحمد الصُمادى (أبريل ٢٠٠٦)، «دور الفقه الإسلامى فى التنمية المستدامة، رؤية منظومية»، المؤتمر السادس حول المدخل المنظومى فى التدريس والتعليم – نحو التنمية المستدامة فى الوطن العربي، القاهرة، مصر.

٩٧- البنك الدولى (٢٠٠٤)، المصدر نفسه.

٩٨- البنك الدولى (٢٠٠٤)، المصدر نفسه.

٩٩- World Bank (June 2000), «Fuel for Thought: An Environmental Strategy for the Energy Sector»

١٠٠- «تلوث الهواء يهدد سكان المدن الأمريكية»، «http://www.beeaty.tv/new/index.php?option=com_content&task=view&id»http://www.beeaty.tv/new/index.php?option=com_content&task=view&id=4030&Itemid=66.

١٠١- Financial Times, Ed Crooks October 19 2009, «Brown calls for steeper emissions cuts»

١٠٢- تتكون هذه الدول من جزر في المحيط الهادي والهندي وهو ما يجعلها شديدة التأثر بالتغيرات المناخية وخاصة عند ارتفاع منسوب المياه بالمحيطات –كنتيجة طبيعية لذوبان الجليد– وبالتالي تكون هذه الدول عرضة للغرق، ومن أمثلة هذه الدول أنتيجوا وباربودا، فيجي، هايتي، جامايكا، المالديف، توفالو، كوبا، ساموا، سورينام، وبالو.

١٠٣- محمد مصطفي الخياط (أبريل ٢٠٠٩)، «طاقة جديدة لأمريكا»، مجلة الكهرباء العربية، العدد ٩٦.

١٠٤- International Energy Agency, IEA, (2009), «Key World Energy Statistics».

١٠٥- وزارة الخارجية الأميركية (سبتمبر ٢٠٠٩)، «وجهات نظر حول تغيّر المناخ».
www.america.gov/publications/ejournalusa.html المجلد 14 العدد 10.
١٠٦- Financial Times, «The G2: the Key to CO2, December 9, 2009
١٠٧- Financial Times, James Lamont October 21 2009, «China-India deal to resist carbon caps».
١٠٨- Financial Times, Fiona Harvey October 19 2009, «Concession raises hopes for climate deal»
١٠٩- محمد مصطفي الخياط (أبريل ٢٠٠٧)، «السوق العالمي للكربون»، مجلة التكنولوجيا والصناعة، العدد ٣٢.
١١٠- Financial Times, Fiona Harvey, October 6 2009, «IEA call to make emissions slump permanent».
١١٢- El-Khayat, Mohamed. «Could the €40 Per Ton CO2 Make Sense?», Europe›s World Magazine, Autumn 2010, http://www.europesworld.org/NewEnglish/Home_old/Article/tabid/191/ArticleType/articleview/ArticleID/21773 /language/en-US/Default.aspx.

## مراجع الفصل السادس: مدخل لطاقة المستقبل

١١٣- US Energy Information Adminstration (July 2010), «International Energy Outlook 2010», DOE/EIA - 0484.
١١٤- هيرمان كان وآخرين (يوليو ١٩٨٢)، «العلم بعد مائتى عام»، عالم المعرفة، ترجمة: شوقى جلال
١١٥- German Aerospace Center, DLR, (April 2005), «Concentrating Solar Power for the Mediterranean Region».
١١٦- عماد سعد (يناير ٢٠١١)، «المتحدثون فى منتدى التقنية بقمة طاقة المستقبل يحثون على الارتقاء إلى مستوى المتطلبات العالمية للطاقة»، الوكالة العربية للأخبار العلمية.

١١٧- نبيل على (أبريل ١٩٩٤)، «العرب وعصر المعلومات»، عالم المعرفة.
١١٨- http://ejabat.google.com/ejabat/thread?tid=2a84eb631e80ddfe
١١٩- نبيل على ونادية حجازى (أغسطس ٢٠٠٥)، «الفجوة الرقمية»، عالم المعرفة، العدد ٣١٨
١٢٠- من محاضرة للسيد/ عادل أديب رئيس مجلس إدارة شركة ألفا للإلكترونيات، ورشة عمل مجلس العلوم الهندسية، أكاديمية البحث العلمى، القاهرة، ٢٧ يونيو ٢٠١١.
١٢١- فرانك كيلش (يناير ٢٠٠٠)، «ثورة الإنفوميديا»، عالم المعرفة، العدد ٢٥٣.
١٢٢- مجمع اللغة العربية (٢٠٠٩)، المعجم الوجيز.
١٢٣- محمد مصطفى الخياط (تحت الطبع)، «هيكلية قوانين الطاقة»، مركز الإمارات للدراسات الاستراتيجية.
١٢٤- Toby Couture and Karlynn Cory (July 2010), «A Policymaker›s Guide to feed-in Tariff Policy Design», NREL.

**مراجع الفصل السابع: وقود من الشمس والهواء**

١٢٥- Http://Www.Sohbanet.Com/Vb/Showthread.Php?T=122469
١٢٦- Renewable Energy Focus Staff (07 January 2011), «Solar Pv Module Capacity Outpaces Demand», Renewable Energy Focus Magazine, Http://Www.Renewableenergyfocus.Com/View/14992/Solar-Pv-Module-Capacity-Outpaces-Demand/.
١٢٧- http://www.swissinfo.ch/ara/detail/content.html?cid=308308 «Http://Www.Swissinfo.Ch/Ara/Detail/Content.Html?Cid=308308

## مراجع الفصل الثامن: نشترى النفايات ونبيع الطاقة


١٢٨- تقرير «ميريل لينش» (٢٠٠٦)، «ارتفاع أسعار النفط سيؤدى إلى الإقبال على الوقود المستخرج من الزيوت».

١٢٩- Http://www.Ahram.Org.Eg/New-Day/News/36898.Aspx

١٣٠- http://www.beeaty.tv/index.cfm?method=home.» con&ContentID=1697»Http://www.Beeaty.Tv/Index.Cfm?Method=Home.Con&Contentid=1697

١٣١- Charlatte De Fraiture, Mark Giordano, Liao Yongsong: Biofules And Implications For Agricultural Water Use, HYPERLINK «http://www.iwen.cgiar.org/EWMA/files/papers/Biofules%20-»Www.Iwen.Cgiar.Org/Ewma/Files/Papers/Biofules%20-%20 Charlotte. Pdf, Pp.3-4.

١٣٢- وليد خدورى (ديسمبر ٢٠٠٧)، «هل انتهى عصر الغذاء والنفط الرخيصين؟»، جريدة الحياة اللندنية.


## مراجع الفصل التاسع: تثوير العالم


١٣٣- تقنية النانو، http://ar.wikipedia.org/wiki/

١٣٤- Chunli Bai, (2010), Asia Nanoscience And Nanotechnology Development, In Nanosciences And Nanotechnologies, [Eds. Valeri Nikolayevich Kharkin, Chunli Bai, Osama O. Awadelkarim, Sergey P. Kapitza], In Encyclopedia Of Life Support Systems (Eolss), Developed Under The Auspices Of The Unesco, Eolss Publishers, Oxford ,Uk, [Http://Www.Eolss.Net] [Retrieved June 8, 2011].

١٣٥- The Economist (Mar. 15, 2003), «The Wizard Of Small Things», Vol. 366, Iss. 8315.

١٣٦- David Masci (June 2004), «Nano Technology», Cq Researcher, Vol. 14, Number 22.

١٣٧- Charles Murray (April 2009), «The Dawn Of Nano Technology», Reed Business Information.

١٣٨- Bill Joy (2003), «Why The Future Doesn/t Need Us», Http://Www.Primitivism.Com/Future.Htm.

١٣٩- Nanotechnology Now, Feb. (2007), «Ethics Of Nanotechnology».

١٤٠- Ronald Baily (Dec. 2003), «The Smaller The Better», Http://Reason.Com.

١٤١- Jun Miyake, (2004), Hydrogen From Biomass (1), In Energy Carriers And Conversion Systems, [Ed. Tokio Ohta], In Encyclopedia Of Life Support Systems (Eolss), Developed Under The Auspices Of The Unesco, Eolss Publishers, Oxford ,Uk, [Http://Www.Eolss.Net] [Retrieved June 8, 2011].

١٤٢- مصطفى كمال صبري (٢٠٠٥)، «لمحات عن الطاقة الكهربية»، الهيئة المصرية العامة للكتاب.

١٤٣- Cq Researchers (Feb. 2005), «Alternative Fuels», Cq Series, Vol. 15, No. 8.

١٤٤- Fao (1997), «Renewable Biological Systems For Alternative Sustainable Energy Production»

١٤٥- Ulf Bossel And Baldur Eliasson (Jan. 2003), «Energy And The Hydrogen Economy».

١٤٦- United States Government Accountability Office (Jan. 2008), «Hydrogen Fuel Initiative», Report To Congressional Requesters

١٤٧- G. Spazzafumo, (2006), Storage Of Hydrogen, In Energy Storage Systems, [Ed. Yalcin Abdullah Gogus], In Encyclopedia Of Life Support Systems (Eolss), Developed Under The Auspices Of The Unesco, Eolss Publishers, Oxford ,Uk, [Http://Www.Eolss.Net] [Retrieved June 8, 2011].

١٤٨- Ulf Bossel And Baldur Eliasson (January 2003), «Energy And The Hydrogen Economy», Switzerland.

١٤٩- T. Nejat Veziroglu, Tokio Ohta, Frontier, (2004/Rev.2006), International Programs, In Energy Carriers And Conversion Systems, [Ed. Tokio Ohta], In Encyclopedia Of Life Support Systems (Eolss), Developed Under The Auspices Of The Unesco, Eolss Publishers, Oxford ,Uk, [Http://Www. Eolss.Net]

١٥٠- السيارة الكهربائية، ويكيبديا

١٥١- محمد مصطفى الخياط (مايو ٢٠٠٦)، «الطاقة .. مصادرها. أنواعها .. استخداماتها»، http://www.energyandeconomy.com/news-167. html،http://www.energyandeconomy.com/news-167.html

**مراجع الفصل العاشر: مدينة الشمس**

١٥٢- Hitoshi, A. and Aoki, Y. (2010), «How to make mega-cities energy efficient».




استخراج البترول بأحد آبار آلاسكا

www.youtube.com/watch?v=Qp2GeikldwA

استخراج الفحم بأحد مناجم ولاية تينيسى – أمريكا

www.youtube.com/watch?v=2TvMqwftgE

افتتاح أوليمبياد بكين الصين – عام ٢٠٠٨

www.youtube.com/watch?v=JsDY1Ha83M8

زلزال وتسونامى اليابان – ٢٠١١

www.youtube.com/watch?v=aCz89UaGwpA

تسرب بترول بأحد حقول شركة BP بأمريكا – مايو ٢٠١٠

www.youtube.com/watch?v=O-rJH9xB7fk&NR=1&feature=fvwp

آثار الزيادة السكانية علي قطاعات الاستهلاك

www.youtube.com/watch?v=b98JmQ0Cc3k

سيارات الهيدروجين

www.youtube.com/watch?v=1scZ9rMyJek

الشبكات الذكية

www.youtube.com/watch?v=YrcpA cqRD8